ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1933.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES RICHET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Nous voici, aujourd'hui encore, saisis et comme terrassés, par une émotion profonde. La mort *imbécile* a frappé, en moins d'une semaine, trois hommes illustres, qui faisaient la gloire de notre Patrie et de l'Académie; trois grands savants pour qui nous avions tous affection et admiration.

On vous a déjà parlé de **Calmette** dont l'exceptionnel talent a par une découverte imprévue sauvé tant d'existences, de Calmette qui a osé s'attaquer avec succès au fléau le plus terrible de l'humanité, c'est-à-dire la tuberculose.

On vous a aussi parlé de **Painlevé**. Quel nom je prononce! aussi grand mathématicien que les plus grands, ce savant de génie, s'est montré un puissant homme d'État, et il a rendu à la Patrie d'aussi splendides services qu'à la Science. Hier tout un peuple attendri honorait ce grand mort.

Maintenant un autre deuil. Un autre coup nous frappe. **Émile Roux** vient de s'éteindre.

Je ne puis à présent, dans cette courte allocution, m'étendre comme il le faudrait, comme ce sera fait ici quelque jour, sur les travaux de notre inoubliable confrère.

Au lycée de Clermont il avait eu l'heureuse fortune de trouver, pour apprécier son zèle et son labeur d'adolescent, un professeur excellent, appelé, lui aussi, à une grande situation scientifique; je veux parler de

Duclaux. Duclaux eut l'idée, féconde entre toutes, d'adjoindre au laboratoire de Pasteur à l'École Normale, le jeune Roux qu'il avait eu comme élève au lycée de Clermont et qui était alors étudiant en médecine.

Donc Roux entra dans le laboratoire de Pasteur, et, tout de suite, il fut envahi et comme possédé par les idées grandioses du maître. De son côté, Pasteur se prit d'une affectueuse bienveillance pour un chercheur désintéressé, patient, ingénieux et laborieux comme était Roux.

A partir de 1876, il ne quitte plus Pasteur dont il devient le plus ardent disciple, de sorte que les recherches immortelles de Pasteur sur le charbon furent faites avec la collaboration de Roux et de Chamberland.

Ce n'est certainement pas diminuer la gloire de Roux que de dire que son nom est associé à celui de Pasteur dans une des plus grandes découvertes de ce siècle. En fait de mérites, quand on parle d'un collaborateur, on peut à juste titre rappeler le mot de Victor Hugo sur l'amour maternel :

Chacun en a sa part et tous l'ont tout entier.

Il s'agit surtout de la fameuse expérience de Pouilly-le-Fort sur la vaccination anticharbonneuse. Roux et Chamberland vinrent s'installer dans la campagne de Chartres, et Roux, dans l'article qu'il a écrit sur l'œuvre médicale de Pasteur, ne peut s'empêcher de dire quels bons souvenirs lui ont laissé cette lutte contre le charbon :

« Dès le grand matin, visite au parc des moutons épars sur ce vaste plateau de la Beauce resplendissant sous le soleil d'août; après midi tenue du cahier d'expériences, lettre à Pasteur, mise en train des expériences nouvelles. La journée était bien remplie et combien était intéressante et salutaire cette bactériologie en plein air. »

L'expérience de Pouilly-le-Fort justement célèbre établit deux faits de souveraine importance qui dominent toute la bactériologie actuelle : c'est d'abord qu'on peut atténuer la bactéridie charbonneuse et ensuite que cette bactéridie charbonneuse atténuée confère l'immunité. Cette expérience décisive (31 mai-2 juin 1881) établit donc ce grand fait dominateur qu'un bacille très virulent peut s'atténuer, et alors, étant atténué, qu'il peut conférer l'immunité (immunité active).

Une autre expérience aussi importante est due à Roux et à Yersin. En 1883, des bactériologistes allemands Klebs et Lœffler avaient découvert le bacille de la diphtérie. Des lapins, des pigeons, des cobayes meurent quand on leur injecte ce bacille, fait qui est d'une portée immense. Or ce n'est pas le bacille qui produit la mort, mais les toxines qu'il sécrète. Voilà ce que Roux et Yersin ont démontré. Chez les lapins, les cobayes et les

pigeons, l'injection du liquide où ont poussé les bacilles, privé de bacilles, mais riche en toxines, provoque exactement les mêmes symptômes mortels que lorsqu'on a injecté les bacilles eux-mêmes (immunisation passive). Ce sont les toxines des microbes et non les microbes qui font la maladie.

Un autre travail de Roux a donné à son nom une célébrité incomparable. Il s'agit de la sérothérapie antidiphtérique.

Behring et Kitasato, appliquant à la diphtérie un principe de physiologie pathologique que j'avais deux ans auparavant établi (sérothérapie d'immunisation) avaient montré qu'on peut guérir des cobayes injectés de diphtérie par des injections d'un sérum provenant d'animaux immunisés. Tout se passe comme si le sérum des animaux immunisés contenait une antitoxine qui neutralise la toxine diphtérique. Mais Roux a étendu énormément à la thérapeutique humaine ces données de la pathologie expérimentale. Il a pu, en effet, dans une communication retentissante faite à Budapest en septembre 1894, prouver : d'abord qu'on peut obtenir des quantités considérables de sérum immunisateur en immunisant des chevaux contre la diphtérie; ensuite que l'injection de quelques centimètres cubes de ce sérum protecteur guérit la plupart des cas de diphtérie. La mortalité par la diphtérie était de 50 pour 100 et après les injections de sérum faites à temps, elle n'est plus que de 10 pour 100.

On s'imagine difficilement l'enthousiasme universel que provoqua la communication de Roux. On proposa alors dans les journaux et notamment dans le *Figaro*, une souscription publique pour élever un édifice où serait préparé le sérum. On réunit rapidement des sommes importantes. Le service de sérothérapie de l'Institut Pasteur était fondé.

Est-il besoin de dire que ce qui avait été fait pour la diphtérie a été fait aussi par Roux et Vaillard pour le tétanos, et pour d'autres maladies encore?

De cette magnifique institution, qu'est l'Institut Pasteur, après Duclaux, Roux fut le directeur, et en habile et zélé administrateur il lui donna tous ses soins. Il présida à la fondation d'autres Instituts Pasteur en divers pays.

Il organisa merveilleusement la préparation des sérums, car la sérothérapie prenait chaque jour une extension de plus en plus grande. Il dirigea quantité de travaux mémorables entrepris par ses élèves, travaux qui, s'ils n'ont pas tous été signés par lui, ont été tous inspirés par lui, par son enseignement, par ses conseils ingénieux et judicieux.

On peut dire, sans crainte d'exagérer, que toute cette magnifique œuvre de l'Institut Pasteur est l'œuvre de Roux. Que ce soit avec Nocard, avec Metchnikoff, avec Vaillard, avec Borrel, la pensée et l'initiative de Roux sont toujours là.

Donc, mes chers Confrères, notre émotion à tous se comprend quand nous voyons ce noble bienfaiteur de l'humanité, enlevé à notre amicale et reconnaissante admiration.

Il était d'une simplicité charmante. Dans les conversations que nous avions avec lui, il déployait toutes les ressources d'un esprit vigoureux et clair. Son érudition était égale à son ingéniosité. Sur toute question de bactériologie, on pouvait sans craindre de se tromper s'en rapporter à lui.

Dès sa première jeunesse, il eut une santé fragile, ce qui ne l'empêchait pas d'être laborieux et presque infatigable dans son labeur. Il vivait comme un ascète, comme un moine laïque, fidèle à la science qu'il adorait et au maître immortel dont il était le plus brillant disciple.

Il a rendu autant de services à l'humanité qu'à la science. Toutes les mères dont les enfants ont été et seront sauvés de l'affreuse diphtérie conserveront le souvenir de cet homme généreux et pur. Il s'est oublié pour elles.

Et nous, mes chers amis, nous garderons à jamais la mémoire de cet illustre Confrère qui a jeté tant d'éclat sur notre chère Patrie.

Je lève la séance publique en signe de deuil.

M. **Émile Borel** transmet un télégramme de M. **Vito Volterra**, Associé étranger de l'Académie, exprimant ses condoléances à l'occasion de la mort de *Paul Painlevé*.

GÉOLOGIE. — *La géologie de la région au nord du Tchad.* Note [1] de MM. **H. Douvillé** et **Tilho**.

Cette région a été parcourue par de nombreux explorateurs, Rohlfs (1866), Nachtigal (1870), Monteil (1892), Moll (1905), Freydenberg (1907); plus récemment à la suite de la mission Tilho (1906-1909), M. Garde en a donné une description géologique : il a montré que c'est une région de dunes de 30 à 40^{m} de hauteur, séparées par des cuvettes où affleurent des

(1) Séance du 30 octobre 1933.

argiles sableuses et calcarifères, identiques aux dépôts du Tchad. Cette même disposition s'étend à l'Est vers l'Egueï et le Toro, où ces argiles présentent de même la faune du Tchad : *Planorbis Bridouxi*, *Physa* (*Isidora*) *tchadiensis*, *Limnea africana*, *Corbicula Audoini* ([1]). M. Garde a montré que ces dépôts représentent l'ancienne extension du lac et s'appuient sur des dunes mortes, fortement démolies par les pluies ; le régime dunaire s'est ensuite renouvelé à la suite de l'asséchement de la région et y subsiste encore.

Le soubassement géologique de ces formations n'est pas connu, mais au Nord, à partir du 15°30′, les cartes indiquent de nombreux affleurements rocheux, sur lesquels nous reviendrons et qui se prolongent au delà de Bilma. La découverte par Monteil. dans le voisinage de cette localité d'un Échinide fossile, *Noetlingia Monteili* dont le genre n'était connu que dans le Maëstrichtien du Bélouchistan, avait en 1901 attiré tout particulièrement l'attention des géologues ([2]), et à plusieurs reprises des indications avaient été données aux officiers patrouillant dans la région pour rechercher le gisement fossilifère signalé par Monteil à Zaou-Seghir (Kaou-Tilo). D'autres gisements de fossiles étaient indiqués plus au Sud sur la carte de de Launoy de Bissy, d'après l'exploration de Rohlfs.

Sur nos recommandations le commandant Rottier avait bien voulu faire des recherches aux environs de Bilma ; c'est ainsi qu'il a recueilli à 30^{km} au sud-ouest de cette localité sur le plateau gréseux qui s'élève à l'altitude d'environ 450^{m} (Bilma étant à l'altitude de 330^{m}), de nombreuses coquilles subfossiles de Corbicules, dans un dépôt de sables éoliens. Plus intéressantes auraient été d'autres récoltes faites au sud de Bilma dans la cuvette de Tenga-tenga (alt. 360^{m}) près du gisement de Zaou Seghir, elles ne nous sont malheureusement pas parvenues, mais plus récemment les officiers de la colonie du Niger nous ont fait parvenir par l'entremise du colonel Vignon une série de nodules calcaires recueillies dans la même localité. Ils renferment quelques fossiles à test conservé appartenant aux genres *Planorbis*, *Limnea*, *Isidora* ; c'est bien la faune du Tchad, mais c'est peut-être l'indication d'un lac distinct, situé à un niveau plus élevé ; le soubaissement géologique, masqué par les dépôts quaternaires, a échappé aux recherches.

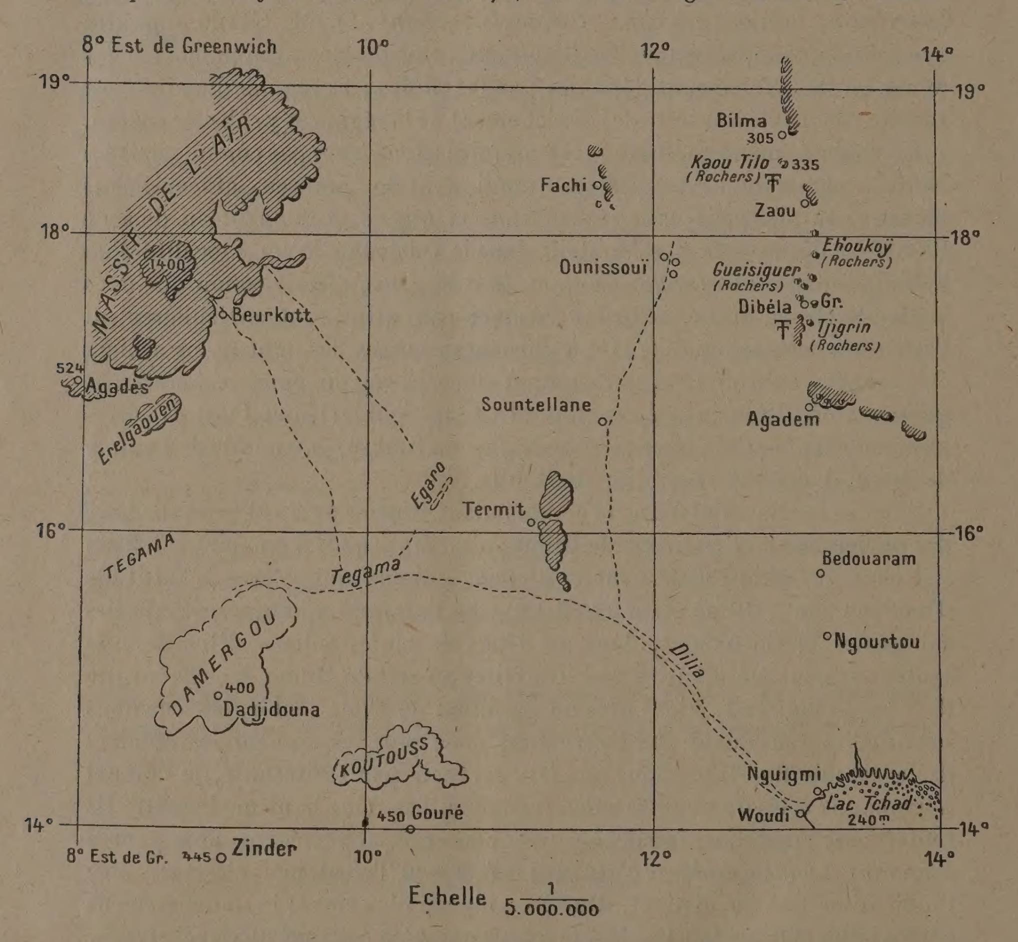
Revenons maintenant aux dépôts rocheux qui comme nous l'avons vu

---

([1]) Il semble intéressant de signaler qu'une faune analogue avec *Pyrgophysa* (*Isidora*), *Planorbis*, *Limnea*, etc., a été signalée au sud du Congo belge (POLINARD, *Afas* 1932 et *Ann. Soc. géol. de Belgique*, annexe au tome 55, 1933, p. 63).

([2]) A. DE LAPPARENT, *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 388.

ont été signalés dans la région, c'est d'abord le plateau gréseux qui s'élève de 200m environ autour de Bilma et de l'oasis du Kaouar; les grès ont été indiqués à Anay à l'altitude de 447m, et Monteil signale à l'est de Bilma



une falaise d'une centaine de mètres; ces grès sont en couches horizontales, rappelant par tous leurs caractères la formation que Chudeau a signalé à l'Ouest sous le nom de grès de Tégama : « elle est constituée, dit-il, de couches horizontales de grès plus ou moins ferrugineux et de marnes et d'argiles violettes à silex; elle forme une haute plaine entre l'Aïr, Zinder et le Damergou et se prolonge à l'Est dans le Manga occidental, par l'Alokos

et le Koutous (c'est-à-dire vers le Tchad); c'est la même plaine et peut-être du même âge. »

On sait depuis longtemps que ces grès dans le Damerghou présentent à leur partie supérieure un niveau à Ammonites turoniennes; Furon ([1]) signale dans la région des fossiles cénomaniens et R. Lambert ([2]) y a recueilli *Amm. rothomagensis* du Cénomanien.

Les mêmes couches de grès sont également signalées dans la direction de Bilma, quelquefois recouvertes par une nappe de basalte. A Bilma même, Chudeau les considère comme crétacés; la formation du Tégama se prolongerait ainsi jusqu'au nord du Tchad, où la série se compléterait par les couches à *Nœtlingia* ([3]) comme l'a indiqué Furon.

Au sud de Bilma, Rohlfs a signalé des couches à Ammonites qui seraient à rapprocher de celles du Damerghou. Il est intéressant de citer en détail les observations de cet explorateur : « Après Mousketnou, un peu au sud de Bilma, on rencontre de grandes dunes de 30^{m} de hauteur; au delà, dit-il, le sol est riche en fossiles, et les *empreintes d'Ammonites sont très abondantes* dans la roche. » Or, nous sommes là précisément dans le Kaou Tilo, près du point où Monteil a trouvé son oursin fossile.

Plus au Sud Rohlfs indique une série de hauteurs (Aschtedanaberg, Etjakoïfelsen, etc.) où reparaissent les grès, ferrugineux et colorés en noir; on arrive ainsi à l'oasis de Dibbela, où pour la première fois, dit-il, il rencontre du granite, dans un massif rocheux important, le mont Gueisiger, formé de grès et de *calcaires avec nombreuses pétrifications;* ces couches avec les mêmes fossiles se prolongent jusqu'aux rochers de Tijgrin et il les signale dans une gangue vitreuse (vraisemblablement du silex?). C'est le deuxième gisement fossilifère, porté sur la carte de de Launoy de Bissy.

Plus au Sud nous savons, d'après Freydenberg, que les monts d'Agadem sont également formés de grès ferrugineux, puis de grès très argileux bariolés, analogues à ceux de Tégama, avec concrétions latéritiques et rognons de silex (calcédoine) associés à des roches basaltiques. Plus loin on retrouve dans la région de Béduaram les mêmes grès ferrugineux, argileux par places et les nappes de basaltes; nous arrivons ainsi à N'Gourtou aux derniers affleurements rocheux : « C'est, dit Freydenberg,

---

([1]) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1033.

([2]) *Ibid.*, **197**, 1933, p. 489.

([3]) Il faut ajouter que ces couches ont été citées en Tripolitaine par Checchia Rispoli (*Boll. r. off. Geologico*, **55**, n° x, 1930, et **56**, n° ix, 1931).

un grès argileux blanc avec mouches violacées d'oxyde de fer, assez semblable aux grès de Tegama ».

Toutes ces observations sont concordantes et montrent le large développement de cette formation gréseuse au nord du Tchad; elle se prolonge du reste plus à l'Est dans l'Egueï et le Toro, où Garde a signalé des affleurements de grès ferrugineux et des silex. Elle établirait la jonction avec les dépôts de la région du Niger et d'autre part elle semble bien se relier également aux couches crétacées de la Tripolitaine; c'est par là que les *Nötlingia* du Bélouchistan seraient arrivés jusqu'à Bilma. A cette époque la mer aurait ainsi couvert une grande partie du Soudan, faisant communiquer le golfe de Guinée avec la Méditerranée orientale et avec la Mésogée, communication qui aurait été interrompue plus tard par les grands mouvements tectoniques de l'Éocène.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur le vacuome des Cyanophycées.* Note de M. **P.-A. Dangeard**.

La structure des Cyanophycées ou algues bleues donne lieu depuis longtemps à des opinions différentes et nettement contradictoires : nous ne faisons état ici que des descriptions de Geitler, des résultats obtenus par Hollande et aussi des idées soutenues par toute une école qui considère encore le corps central de Butschli comme un noyau.

En présence de divergences aussi étendues, il nous a paru utile d'appliquer sommairement aux Cyanophycées les notions nouvelles introduites par nous dès 1916, en histologie végétale sur les propriétés du système vacuolaire.

Nous indiquions, en effet, à cette époque, comment le système vacuolaire des plantes se comportait avec un colorant vital : nous montrions la nature colloïdale de son contenu, la précipitation de celui-ci en corpuscules chromatiques sous l'influence des colorants vitaux et de divers fixateurs et enfin la façon dont cette formation se transmet d'une génération à la suivante. En 1918, nous faisions connaître en détail l'évolution complète de cette formation et, en 1919, nous lui appliquions le terme de *vacuome*, nom sous lequel de nombreux histologistes ont pu vérifier l'exactitude de nos résultats aussi bien chez les animaux que chez les végétaux.

On peut s'étonner, dans ces conditions, que la cellule des Cyanophycées

n'ait pas bénéficié davantage, en ce qui concerne l'interprétation des structures, du mouvement qui entraînait les cytologistes vers une étude générale du vacuome, dans les différents groupes, mouvement auquel nous n'avons pas cessé de participer activement [1].

Les observations que nous apportons ici, sans viser à être complètes, aideront sans doute les différents auteurs intéressés dans la question à modifier sensiblement leurs opinions, en vue d'une solution acceptable pour tous et conforme aux réalités.

Nous n'utiliserons guère, dans cette Note, que les constatations faites à l'aide des deux colorants vitaux les plus employés : rouge neutre et bleu de crésyl. Cette méthode, s'appliquant à des cellules ayant conservé leur vitalité, a une valeur propre en elle-même et permet une comparaison décisive entre les résultats qu'elle fournit et ceux qui résultent de l'emploi des fixateurs.

Nous distinguerons, dans les Cyanophycées qui font l'objet de cette étude du vacuome, quatre types principaux qui sont reliés les uns aux autres par de nombreuses transitions.

Le premier type, sensiblement le plus simple, a été rencontré chez un *Nostoc* vivant en culture dans un flacon d'eau douce au Laboratoire.

Chaque cellule du chapelet possède en son centre un gros corpuscule sphérique qui se colore, ordinairement de façon intense et homogène, par le rouge neutre : ce corpuscule se divise en deux, lors de la bipartition de la cellule; exceptionnellement, on trouve à sa place deux ou trois corpuscules qui se colorent de façon identique. Il s'agit, à n'en pas douter, d'une vacuole ou de plusieurs vacuoles chargées de métachromatine représentant un vacuome ordinaire, sans aucun lien de parenté avec un élément nucléaire.

D'autres fois, l'aspect est différent et pourrait surprendre tout histologiste peu familier avec les propriétés du vacuome : à l'intérieur de la vacuole, sous l'influence du colorant vital, la métachromatine précipite en corpuscules chromatiques ayant l'aspect de granulations, de bâtonnets, de réseau irrégulier, ce qui a donné lieu à l'idée de spirème ou de chromosomes distincts : en effet, ces éléments se colorent comme la chromatine nucléaire, avec les méthodes histologiques les plus employées.

Notons qu'à l'intérieur des hétérocystes, le rouge neutre met parfois en évidence un grand nombre de jolies petites vacuoles sphériques.

Le type de vacuome qui vient d'être décrit est certainement très répandu : jusqu'ici, nous ne l'avons étudié, avec tous ses caractères, que dans les *Nostoc* et le *Gloeotrichia Pisum*.

---

(1) *Le Botaniste*, **21**, 1929, p. 281; **22**, 1928, p. 325; **24**, 1932, p. 281.

Le second type de vacuome, nettement caractérisé, a été vu dans une espèce d'*Anabaena* qui se faisait remarquer par ses filaments cylindriques, constitués par des cellules ayant en moyenne 12^{μ} de longueur sur 8^{μ} de largeur; ces filaments étaient entourés d'une épaisse gaine.

Le rouge neutre faisait apparaître dans tous les articles de belles vacuoles sphériques colorées en rouge d'un diamètre de 2^{μ} environ, nettement délimitées et au nombre d'une dizaine ou davantage. Ces vacuoles étaient tantôt dispersées dans toute la cellule et tantôt disposées en cercle au voisinage immédiat de la paroi. La même structure existait dans les spores endogènes et les kystes.

Ces vacuoles correspondent certainement à ce que beaucoup d'auteurs qui les ont remarquées directement sur le vivant ont désigné, nous ne savons trop pourquoi, sous le nom de pseudo vacuoles : il s'agit certainement d'un vacuome normal.

Le comportement de ce vacuome, dans un examen prolongé, est intéressant à suivre, parce qu'il fonrnit l'explication de structures variées décrites par les auteurs ayant utilisé différents fixateurs.

Ces vacuoles, homogènes au début, se décolorent et abandonnent autour d'elles leur métachromatisme que l'on retrouve dans le cytoplasme à l'état de corpuscules métachromatiques de grosseur variable : la limite des vacuoles devenues incolores arrive à disparaître plus ou moins complètement.

Un stade de cette évolution doit retenir particulièrement l'attention : c'est celui où les vacuoles, d'abord homogènes et colorées en entier, précipitent leur métachromatine en un petit nodule chromatique, central ou latéral : la vacuole devenue incolore a tout à fait l'aspect, avec son nodule chromatique intérieur, d'un petit noyau nucléolé.

Le troisième type de vacuome nous sera fourni par une espèce de genre *Oscillatoria* ayant des articles plus ou moins isodiamétriques de 5^{μ} environ : on distingue, sur le vivant, une lacune centrale incolore, avec deux ou trois corpuscules réfringents.

La meilleure coloration dans cette espèce est obtenue avec le bleu de crésyl : toute la vacuole se colore en bleu, avec limite nette : à son intérieur, il se produit une précipitation d'endochromies à teinte plus foncée, affectant selon les cas la forme de granulations ou de réseau irrégulier.

Dans d'autres filaments, ces vacuoles se touchent d'une cellule à l'autre et ces filaments paraissent alors renfermer un cylindre bleu, interrompu seulement par les cloisons et rempli d'une poussière de sphérules chromatiques précipitées par le colorant vital.

Nos notes portent que sous l'influence du bleu de crésyl, le vacuome dans cette espèce d'*Oscillatoria* est admirable de netteté sous ses deux aspects principaux.

Le quatrième type de vacuome paraît être très fréquent sur les grandes espèces du genre *Lyngbia* : c'est là que nous l'avons rencontré avec quelques

variations sans grande importance : il n'est pas très différent du second type décrit plus haut dans un *Anabœna* : l'aspect particulier est dû surtout au fait que, dans les espèces examinées, les articles sont étroits avec une hauteur très grande.

Là encore, on arrive à colorer par le rouge neutre des vacuoles sphériques de 1$^{\mu}$,5 de diamètre, à contour net : elles sont ordinairement disposées en deux rangées parallèles au contact, dans des articles ayant seulement une largeur de 4$^{\mu}$ environ.

Ces vacuoles d'abord homogènes donnent lieu par précipitation de leur métachromatine à de nombreuses granulations chromatiques qui paraissent alors disposées sans ordre à l'intérieur de l'article.

Dans une autre espèce de *Lyngbia* où le rouge neutre ne colorait qu'une seule grande vacuole allongée centrale ou deux ou trois vacuoles superposées, la même précipitation de métachromatine donnait lieu à une poussière de corpuscules chromatiques de grosseur variable : l'axe du filament paraissait constitué presque en entier par ces granulations dont l'ensemble rappelait l'aspect vu chez les *Oscillatoria*.

Il ne faut pas confondre ces chromies dues à l'action des colorants vitaux avec d'autres sphérules réfringentes que l'on rencontre en plus ou moins grande quantité chez les Cyanophycées et qui font sans doute partie de l'*ergastome*, tel que nous le comprenons ou d'une autre formation cellulaire.

Mais l'exposé que nous donnons ici répond à d'autres préoccupations : il est destiné à fournir la preuve que chez les Cyanophycées, les propriétés du vacuome et son évolution ne sont pas différentes de celles que l'on observe dans la généralité des cellules végétales et des cellules animales.

Notre conclusion sera sans doute tout d'abord vivement combattue, en tant qu'elle s'oppose à la théorie classique d'une relation étroite de parenté entre le corpuscule central de Butschli et un noyau ordinaire et aussi à l'existence des plastes spéciaux désignés par L. Geitler, dans sa belle monographie des Cyanophycées sous le nom d'épiplastes, d'ectoplastes et d'endoplastes, sans parler des curieuses formations découvertes et décrites par Hollande tout à la fois chez les Bactériacées et les Cyanophycées.

CORRESPONDANCE.

M. **Thadée Banachiewicz**, Professeur de l'Université de Cracovie, adresse à l'Académie l'expression de ses condoléances à l'occasion du décès de M. *P. Painlevé*.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL donne lecture des télégrammes suivants adressés à l'Académie :

Rabat, 31 octobre $10^h 17^m$.

L'Institut scientifique chérifien vous prie d'agréer ses très respectueuses condoléances pour la grande perte de la science française par la mort des professeurs Painlevé et Calmette. Vous serait reconnaissant de bien vouloir transmettre à leur famille notre profonde émotion.

Dr LIOUVILLE.

Shanghaï, 31 octobre $12^h 27^m$.

M. S. TSAI YUEN PEI, président de l'*Academia Sinica*, présente ses sincères condoléances à l'occasion de la perte cruelle en la personne de M. le Président Paul Painlevé. Prière de transmettre ses meilleurs vœux à la famille du célèbre défunt.

Cluj, 1er novembre $12^h 45^m$.

Profondément émue et attristée par la disparition de l'illustre maître Painlevé, la Section mathématique de l'Université de Cluj prie respectueusement d'agréer et de vouloir bien transmettre l'expression de notre profonde douleur. Samedi aura lieu une séance solennelle à l'Université de Cluj.

ABRAMESCU, ANGHELUTZA, BRATU, JONESCU, SERGESCU.

Rabat, 4 novembre $14^h 43^m$.

L'Institut scientifique et son Directeur, douloureusement émus par la mort de votre illustre collègue, le docteur Roux, leur ami et leur patron vénéré, s'associent avec respect à votre deuil.

Dr LIOUVILLE ET COLLABORATEURS.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Atlas des Colonies Françaises, Protectorats et Territoires sous mandat de la France*, publié sous la direction de G. GRANDIDIER. *Afrique équatoriale française et Cameroun,* par G. BRUEL.

2° *Carte géologique au 1/8000000e de l'Afrique*, par A. KATCHEVSKY *avec la collaboration de* JACQUES BOUCART *pour le Sahara occidental.*

3° Territoire sous mandat français du Cameroun. *Contribution à l'étude générale des terres de surface*, par FRANCK GUICHARD. Premier fascicule : *Catalogue et Cartes des Sols*. Deuxième fascicule : *Concentration ionique, besoins en* CaO, *calcaire.* (Présenté par M. J. Costantin.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode des approximations successives de M. Picard à l'étude de certaines équations non linéaires du quatrième ordre*. Note [1] de M. **A. Rosenblatt**.

1. Envisageons l'équation différentielle du quatrième ordre à deux variables indépendantes

$$\Delta\Delta u = \mathrm{F}(x, y, u, \ldots, u_{yy}), \tag{1}$$

où Δ est le laplacien et F est une fonction continue de x, y, de u et des dérivées jusqu'à l'ordre 2 dans le cercle K de rayon R et sur la circonférence C et lorsque u et ses dérivées satisfont aux inégalités

$$|u| \leqq \mathrm{L}, \qquad |u_x|, |u_y| \leqq \mathrm{L}', \qquad |u_{xx}|, |u_{xy}|, |u_{yy}| \leqq \mathrm{L}''. \tag{2}$$

Nous supposerons, de plus, que F satisfait par rapport à $u, \ldots, u_{yy}$ à une condition *généralisée de Lipschitz*,

$$\begin{aligned} &|\mathrm{F}(x, y, u, u_x, \ldots) - \mathrm{F}(x, y, u', u'_x, \ldots)| \\ &\quad \leqq \frac{\mathrm{A}_1}{\delta^3}|u-u'| + \frac{\mathrm{A}_2 \mathrm{R}^{1-m}}{\delta^{3-m}}[|u_x - u'_x| + |u_y - u'_y|] \\ &\quad\quad + \frac{\mathrm{A}_3 \mathrm{R}^{1-m}}{\delta^{2-m}}[|u_{xx} - u'_{xx}| + |u_{xy} - u'_{xy}| + |u_{yy} - u'_{yy}|], \end{aligned} \tag{3}$$

δ est ici la distance du point $\mathrm{M}(x, y)$ du cercle K de sa circonférence C; A_1, A_2, A_3 sont des nombres positifs ainsi que m, et l'on a $0 < m < 1/2$. Quant à la dépendance de F des variables x, y, elle s'exprime par une condition de Hölder.

Formons alors la suite des approximations successives de M. Picard en suivant M. Boggio. Nous avons les formules

$$u_n = \frac{1}{8\pi}\int_{\mathrm{K}} \mathrm{G}_2(x, y; \xi, \eta)\,\mathrm{F}[\xi, \eta, u_{n-1}(\xi, \eta), \ldots]\,d\xi\,d\eta \qquad (n = 1, 2, \ldots), \tag{4}$$

u_0 est une fonction arbitraire, dont les dérivées jusqu'au second ordre supposées continues dans K + C satisfont aux inégalités (2). G_2 est la fonction de Green de l'équation biharmonique donnée par Lauricella,

$$\mathrm{G}_2 = \frac{1}{2}(r_1^2 - r^2) - r^2 \log\frac{r_1}{r}, \tag{5}$$

---

(1) Séance du 30 octobre 1933.

où $r = MP$ est la distance du pôle $M(x, y)$ et du point variable $P(\xi, \eta)$, et où l'on a $r_1 = OM.M'P/R$, M' image du point M.

Désignons par N le module maximum de F lorsque les arguments satisfont aux inégalités précédentes. La suite des u_i peut être formée certainement lorsque les inégalités

$$(6) \qquad \frac{NR^4}{64} \leqq L, \qquad 10\, NR^3 \leqq L', \qquad \frac{280}{3} NR^2 \leqq L''$$

sont remplies.

2. Formons maintenant les différences $v_n = u_n - u_{n-1}$ $(n = 2, 3, \ldots)$ et supposons les nombres positifs M, m, $0 < m < 1/2$ choisis de telle manière que l'on ait, dans K, l'inégalité

$$(7) \qquad |f(\xi, \eta)| = |F[\xi, \eta, u_1(\xi, \eta), \ldots] - F[\xi, \eta, u_2(\xi, \eta), \ldots]| \leqq \frac{M}{\delta^{2+m}}.$$

On peut montrer que l'intégrale

$$(8) \qquad I = \int_{K} G_2 \frac{d\xi\, d\eta}{\delta^{2+m}}$$

et ses dérivées par rapport x, y satisfont aux inégalités que voici :

$$(9) \qquad |I| \leqq AM\pi R\delta^{1-m},$$

$$(10) \qquad |I_x|, |I_y| \leqq BM\pi R^m \delta^{1-2m},$$

$$(11) \qquad |I_{xx}|, |I_{xy}|, |I_{yy}| \leqq CM\pi R^m \delta^{-2m},$$

où A, B, C sont des nombres positifs que l'on peut supposer égaux à

$$\frac{6}{1-m^2}, \quad 3 \times 2^5 \frac{1}{m(1-m)}, \quad 2^{5+m} \times 112 \frac{1}{m(1-m)}.$$

Supposons maintenant remplie l'inégalité

$$(12) \qquad \frac{R}{8}(AA_1 + 2BA_2 + 3CA_3) < 1,$$

et formons les séries

$$(13) \qquad S = u_0 + v_1 + \ldots, \qquad S_x = u_{0x} + v_{1x} + \ldots, \qquad S_y = u_{0y} + v_{1y} + \ldots$$

et les séries semblables pour les dérivées secondes.

On montre que les séries (13) convergent absolument et uniformément dans K + C et les séries des dérivées secondes dans tout domaine fermé D intérieur à K. La somme S représente une fonction $u(x, y)$ qui s'annule avec sa dérivée normale sur C, la dérivée normale étant la limite des

dérivées du_n/dn. u satisfait à l'équation intégrale

$$u = \frac{1}{8\pi} \int G_2 \, d\xi \, d\eta \, F[\xi, \eta, u(\xi, \eta), \ldots], \tag{14}$$

où toutefois les dérivées $u_{xx}, \ldots, u_{yy}$ bornées dans K ne sont définies que dans K. u possède des dérivées continues jusqu'au quatrième ordre dans K et satisfait dans K à l'équation (1).

On pourrait généraliser la condition (3) et remplacer en particulier δ^3 par δ^4.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Groupes fonctionnels semi-gauches, incomplets.* Note (¹) de M. N. **Saltykow**, présentée par M. Henri Villat.

Le groupe fonctionnel va être appelé *semi-gauche*, s'il admet, au moins, une paire des éléments en involution. Au cas contraire, le groupe considéré sera dit *gauche*.

Les propriétés de ces derniers groupes (gauches), concernant leurs fonctions distinguées, résultent exclusivement de la théorie des déterminants gauches symétriques. Les mêmes conclusions s'étendent, d'une manière analogue, sur les déterminants que l'on dira *semi-gauches* (ayant une ou plusieurs paires d'éléments, symétriques par rapport à la diagonale principale, qui sont nuls) et sur les groupes fonctionnels semi-gauches, et cela indépendamment de la théorie générale abstraite des groupes fonctionnels de S. Lie.

Enfin on appellera *incomplet* (n'importe qu'il soit gauche ou semi-gauche) le groupe fonctionnel, s'il n'engendre point un élément intégrable (²).

Les groupes semi-gauches interviennent dans le cas où l'on possède un groupe incomplet d'intégrales

$$f_1, \quad f_2, \quad \ldots, \quad f_r \tag{1}$$

du système complet linéaire aux dérivées partielles du premier ordre à une

(¹) Séance du 23 octobre 1933.

(²) N. Saltykow, *Méthodes modernes d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre à une fonction inconnue*. Paris, Gauthier-Villars, 1934, Chap. I (*Mémorial des Sciences mathématiques*).

fonction inconnue $f(x_1, x_2, \ldots, x_n; p_1, p_2, \ldots, p_n)$, à savoir

$$(\mathrm{F}_i, f) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{2}$$

les parenthèses étant celles de Poisson, et les F_i désignant des fonctions de variables x et p.

En effet, S. Lie propose d'adjoindre, dans le cas considéré, au système (2) les équations

$$(f_j, f) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, r) \tag{3}$$

pour pouvoir compléter le groupe (1) par de nouvelles intégrales du système composé (2) et (3).

Il est important, du point de vue historique, de constater que J. Bertrand avait inauguré, 20 ans avant S. Lie, la théorie des groupes fonctionnels [1]. En généralisant ses idées ainsi que celles de E. Bour [2], on va esquisser, ici, une théorie des groupes fonctionnels semi-gauches. Elle déroule immédiatement de la méthode d'intégration de Korkine-Lindelöf [3] sous la forme qui suit :

Théorème I. — *Désignons les invariants du groupe* (1), *c'est-à-dire le système complet des intégrales du système* (3), *par* $v_1, v_2, \ldots, v_{2n-r}$ [*groupe réciproque de* (1)]. *En les introduisant comme nouvelles variables au lieu de* $2n$ *anciennes, le système* (2) *transformé devient*

$$\sum_{s=1}^{2n-r} \mathrm{A}_{is} \frac{\partial \varphi}{\partial v_s} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{4}$$

φ *désignant l'expression de la fonction inconnue* f *en nouvelles variables, où l'on a posé*

$$\mathrm{A}_{is} \equiv (\mathrm{F}_i, v_s) \equiv \sum_{\sigma=1}^{2n-r} \frac{\partial \Psi_i}{\partial v_\sigma}(v_\sigma, v_s) \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ s = 1, 2, \ldots, 2n - r),$$

les fonctions Ψ_i *et les coefficients* A_{is} *étant indépendants des anciennes variables.*

Théorème II. — *Supposons que le groupe fonctionnel* (1) *admette* μ *fonc-*

---

(1) *Journal de Liouville*, 17, 1852, p. 593.

(2) *Mémoires des Savants étrangers*, 14, 1856, p. 808.

(3) N. Saltykow, *Méthodes classiques d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre*, Chap. II, n° 7 (*Mémorial des Sciences mathématiques*, Paris, Gauthier-Villars, 1931).

tions distinguées $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_\mu$, $\mu \equiv r - 2\rho$, *et qu'il existe, parmi les m fonctions* F_i, *l fonctions* $F_1, F_2, \ldots, F_l$ *en involution avec toutes les fonctions* F_i *du système transformé;* (4) *prend alors la forme qui suit*

$$\sum_{s=1}^{2n'-l} A_{is}\frac{\partial\varphi}{\partial v_s} = 0 \qquad (i=1, 2, \ldots, m;\ n' \equiv n - \mu - \rho),$$

$$A_{is} \equiv \sum_{\sigma=1}^{2n'-l} \frac{\partial \Psi_i}{\partial v_\sigma}(v_\sigma, v_s) + \sum_{j=1}^{l} \frac{\partial \Psi_i}{\partial F_j}(F_j, v_s) \qquad (i=1, 2, \ldots, m;\ s=1, 2, \ldots, 2n'-l),$$

les fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_l, \Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_\mu$ *figurant dans les formules à titre de paramètres constants.*

Théorème généralisé de Bour. — *Considérons m équations* (2) *en involution. Supposons que l'on connaisse un groupe canonique de* $2k$ *invariants* ($2k \leqq 2n - r$),

$$(5) \qquad \begin{cases} \varphi_1, & \varphi_2, & \ldots, & \varphi_k, \\ \psi_1, & \psi_2, & \ldots, & \psi_k, \end{cases}$$

c'est-à-dire vérifiant les conditions que chaque invariant est conjugué avec celui qui se trouve dans la même colonne du tableau (5), *et est en involution avec tous les autres.*

Si, de plus, les quantités F_i *peuvent s'exprimer au moyen des fonctions* (5) *seulement, le système* (2) *transformé prend, de nouveau, la forme d'un système de Jacobi.*

La transformation considérée représente donc un cas particulier des transformations de contact *restreintes* [1].

ASTROPHYSIQUE. — *A propos d'une explication des vitesses d'éloignement des nébuleuses.* Note de M. **André Machiels**, présentée par M. Ch. Fabry.

En vue d'interpréter la prédominance des déplacements vers le rouge des raies spectrales des nébuleuses, Heber D. Curtis [2] fait usage d'une formule modifiée de l'effet Doppler-Fizeau, dont il attribue la paternité à

---

(1) N. Saltykow, *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction inconnue*, Chap. XII, p. 163 (Paris, Gauthier-Villars; Bruxelles, Lamertin, 1925).

(2) *Handbuch der Astrophysik. Das Sternsystem*, Berlin, 1933, p. 932.

Moëssard [1] et à Drude [2]. En réalité, il s'agit de la formule connue, réputée la plus générale jusqu'en 1905,

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{c+v}{c-u},$$

où v et u sont les *composantes radiales* des vitesses *absolues* de la source et de l'observateur par rapport à l'éther fixe, comptées positivement dans le sens de l'éloignement (voir Traités d'Optique et de Spectroscopie antérieurs à la relativité, notamment E. C. C. Baly, *Spectroscopy*, Londres, 1905, p. 536).

Mais Curtis considère, dans cette formule, v comme la vitesse *radiale* de la source par rapport à l'observateur, et u comme la vitesse *totale* de l'observateur par rapport au milieu, donnant ainsi à cette dernière lettre une signification purement arbitraire.

Une telle interprétation n'est d'ailleurs imputable ni à Moëssard ni à Drude. Le premier de ces auteurs avait cru devoir souligner, conformément aux idées de l'époque, la nécessité de considérer les vitesses absolues par rapport à l'éther fixe; mais il présentait explicitement la formule en question comme correspondant au cas où « les deux astres se meuvent suivant la ligne qui les joint ». Quant à Drude, cité par Curtis d'après la traduction anglaise, peut-être offre-t-il quelque ambiguïté dans ce texte [2], mais si l'on se reporte à l'édition allemande [3], on peut se convaincre, à la lumière de la construction même des phrases dans cette langue, que l'auteur a voulu distinguer entre vitesse *absolue* et vitesse *relative*, et non entre vitesse *totale* et vitesse *radiale*.

Par ailleurs, des perfectionnements de détail ont été proposés pour la formule ci-dessus, au temps où l'existence de l'éther fixe n'était pas mise en doute; mais seule la relativité devait révéler la possibilité d'un déplacement des raies *vers le rouge*, à la vérité du *second ordre*, dû à la composante *transversale* de la vitesse relative.

Se croyant néanmoins autorisé à user d'une expression de l'effet Doppler-Fizeau où la vitesse totale de l'observateur entrerait *au même ordre* que les vitesses radiales des diverses sources et viendrait allonger systématiquement

---

(1) *Comptes rendus*, 184, 1892, p. 1471.

(2) *Optics*, ... 1902, Note 473 : « ... in which u is the absolute velocity of B, v that of A in the direction of the say, and c ... ».

(3) *Lehrbuch der Optik*, Leipzig, 1900, Note p. 435 : « ... wobei u die absolute Geschwindigkeit von B, v die von A (in Richtung der Lichtstrahlen) ist und c ... ».

les longueurs d'onde apparentes de celles-ci, Curtis applique cette idée à un univers du type de Charlier : il suffit que notre galaxie G 1 soit animée d'une vitesse totale d'environ 800 km/sec par rapport aux galaxies les plus proches qui constitueraient notre amas local de galaxies G 2, pour que les vitesses résiduelles de ces dernières ne présentent plus de prédominance dans le sens de l'éloignement; de même, en attribuant à notre amas local G 2 une vitesse totale d'environ 6000 km/sec par rapport à l'ensemble des autres amas G 2 constituant l'amas G 3, non seulement la prédominance des vitesses d'éloignement disparaît, mais aussi la proportionnalité de ces vitesses aux distances; enfin, même l'apex de chacun de ces mouvements totaux se trouve déterminé.

Malheureusement, tous ces résultats s'évanouissent si l'on applique les formules correctement, aussi bien dans l'hypothèse de l'éther fixe que dans le cadre de la relativité.

Dans le premier cas, u est une composante radiale comme v, variant suivant la direction de chaque nébuleuse, donc incapable de produire aucun effet systématique.

Dans le second cas, la formule d'Einstein

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{c + v\cos\varphi}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

contient bien la vitesse *totale* v, mais celle-ci intervient au second ordre en v/c, donnant, par rapport à la formule classique, des écarts trop faibles pour qu'ils puissent jouer le rôle que leur prête Curtis, ni pour les vitesses considérées par cet auteur, ni même pour les vitesses les plus élevées actuellement connues. Ainsi :

Pour $v =$	800	km/sec, l'écart entre les deux formules est		+ 3	km/sec
»	= 6000	»	»	+ 60	»
»	= 20000	»	»	+ 700	»

nombres qui expriment dans quelle mesure la grandeur purement scalaire de la vitesse relative pourrait affecter l'effet Doppler-Fizeau en augmentant systématiquement le déplacement des raies vers le rouge.

On voit que les vitesses radiales observées ne sont pas modifiées sensiblement et que, en tout cas, leur sens ne saurait être inversé de ce fait.

POLARIMÉTRIE. — *Mesures photoélectriques de dispersion rotatoire magnétique dans l'ultraviolet.* Note de MM. **G. Bruhat** et **A. Guinier**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons décrit récemment un spectropolarimètre photoélectrique ([1]), qui permet de pointer l'orientation d'une vibration rectiligne ultraviolette, avec une précision de l'ordre de la minute ou de la demi-minute, et de reproduire les longueurs d'onde utilisées avec une fidélité suffisante pour n'avoir pas à craindre de ce chef d'erreurs relatives supérieures à 1/1500 sur les rotations.

Dispersion rotatoire magnétique de l'eau. — Nous avons mesuré les rapports de dispersion $m = \rho_\lambda/\rho_{4358}$ en mesurant les rotations produites dans le même tube par la radiation de longueur d'onde λ et par la radiation de base $\lambda = 4358$ pour une même valeur du champ magnétique. Pendant toutes nos mesures, nous avons maintenu la température entre 16 et 17°, par l'emploi d'un tube polarimétrique à double enveloppe, le manchon étant parcouru par un courant d'eau.

Le champ magnétique était produit par une bobine, établissant, entre les deux extrémités du tube de 40^{cm} que nous employions, une différence de potentiel magnétique $Hl = 35000$ C. G. S., de sorte que les rotations ont varié de 7°,68 pour la raie D à 63°,36 pour la raie $\lambda = 2482$ A. Le courant était contrôlé par un dispositif potentiométrique; le procédé de mesure, que nous décrirons dans un autre Recueil, permettait de déterminer à 1/2000 près le courant I pour lequel la rotation avait une valeur α' donnée, et d'en déduire avec la même précision la rotation α qui correspond à un courant fixe I_0 dans la bobine.

Nous donnons dans le tableau ci-après les valeurs $m_{obs.}$ obtenues pour les rapports de dispersion m : ces valeurs sont généralement comprises entre les valeurs données précédemment par Landau et par Richardson ([2]), et sont inférieures d'environ 2 pour 100 aux valeurs, pourtant plus récentes, données par Stephens et Evans. Le tableau donne également les

---

([1]) G. Bruhat et A. Guinier, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 762; *Rev. d'Opt.*, **12**, 1933, p. 396.

([2]) Landau, *Phys. Zeits.*, **9**, 1908, p. 417; Richardson, *Phil. Mag.*, **31**, 1916, p. 232; Stephens et Evans, *Phil. Mag.*, **31**, 1916, p. 232.

valeurs $m_{calc.}$ calculées par la formule de dispersion :

$$m_{calc.} = \frac{1}{n}\left[\frac{0,0671}{\lambda^2} + \frac{0,15572\lambda^2}{(\lambda^2 - \overline{0,1296}^2)}\right].$$

λ.	$m_{obs.}$	$m_{calc.}$	λ.	$m_{obs.}$	$m_{calc.}$
5893....	0,5160 (¹)	0,5164	3130....	2,214	2,213
5461....	0,6075 (¹)	0,6079	3023....	2,425	2,424
4358....	1	1	2804....	2,974	2,972
4054....	1,180	1,179	2652....	3,488	3,485
3655....	1,504	1,505	2540....	3,963	3,964
3341....	1,872	1,874	2482....	4,258	4,256

Les différences relatives $(m_{obs.} - m_{calc.})/m_{obs.}$ ne présentent pas de marche systématique et ne dépassent pas le millième; les différentes séries de mesures que nous avons faites, et dont nous ne donnons ici que la moyenne, concordent aussi toujours au millième. Nous pouvons donc affirmer que nos résultats sont exacts à un millième près.

Dispersion rotatoire de quelques carbures aliphatiques linéaires. — Nous avons étudié les trois carbures linéaires de même rang : heptane, heptène et heptine. Dans le spectre visible, nous avons déterminé visuellement leurs rotations magnétiques avec un analyseur de Lippich par comparaison avec l'eau. Nous donnons dans le tableau ci-dessous les valeurs de la constante de Verdet pour la raie jaune du mercure, calculées en admettant pour l'eau $\rho = 0,0135$ minute/gauss-cm, ainsi que les valeurs correspondantes des pouvoirs rotatoires moléculaires $[\rho]_M$ à l'état liquide et des pouvoirs rotatoires moléculaires $[\rho]_G$ à l'état gazeux, ces derniers étant calculés en divisant les premiers par $(n^2+2)^2/9n$.

Heptane..............	$\rho = 1,28.10^{-2}$	$[\rho]_M = 1,87$	$[\rho]_G = 1,52$
Heptène..............	$\rho = 1,47.10^{-2}$	$[\rho]_M = 2,07$	$[\rho]_G = 1,66$
Heptine..............	$\rho = 1,56.10^{-2}$	$[\rho]_M = 2,03$	$[\rho]_G = 1,62$

La valeur $[\rho]_G = 1,52$ trouvée pour l'heptane est en bon accord avec la valeur 1,54 calculée d'après les rotations atomiques données par Gabiano (²); les valeurs trouvées pour les deux autres carbures donnent comme rotations de la liaison éthylénique et de la liaison acétylénique les valeurs 27 et 35.10^{-2}, un peu inférieures aux valeurs 31 et 45.10^{-2}, déduites par Gabiano de ses mesures sur l'éthylène et l'acétylène.

(¹) Mesures visuelles.

(²) Gabiano, *Annales de Physique*, 10ᵉ série, 20, 1933, p. 69.

Les mesures ont été faites avec le polarimètre photoélectrique jusqu'à 2804 Å, cette dernière raie ayant pu être atteinte par l'emploi d'une cuve de 12^{mm} dans le champ d'un électro-aimant Weiss. La précision dépend des épaisseurs qui ont pu être employées; les rapports de dispersion $m = \alpha_\lambda / \alpha_{4358}$ sont déterminés avec une erreur maximum de l'ordre de 1/500 pour l'heptine, 1/300 pour l'heptane, 1/200 pour l'heptène. Voici les valeurs obtenues :

λ.	5893.	5461.	4358.	4054.	3655.	3341.	3130.	3023.	2804.
Heptane....	0,5216	0,6115	1	1,174	1,496	1,846	2,173	2,373	2,878
Heptène....	0,5115	0,6026	1	1,189	1,519	1,906	2,253	2,461	3,057
Heptine....	0,5114	0,6024	1	1,182	1,514	1,894	2,253	2,462	3,020

Ces nombres sont bien représentés, avec une précision correspondant à celle des mesures, par des formules à un seul terme, du type $m = A\lambda^2/n(\lambda^2 - \lambda_2^0)^2$, les valeurs de λ_0 étant :

Heptane... $0^\mu,1075$ Heptène... $0^\mu,1227$ Heptine... $0^\mu,1211$

La comparaison de ces trois valeurs de λ_0, aussi bien que celle des nombres du tableau précédent, montrent que les trois carbures se rangent, au point de vue de leurs dispersions, dans le même ordre qu'au point de vue de leur pouvoir rotatoire moléculaire. L'heptène est un peu plus dispersif que l'heptine, et tous deux sont nettement plus dispersifs que l'heptane. On remarquera que les deux premiers carbures ont des dispersions indiscernables dans le spectre visible; ce n'est que par la réalisation de mesures précises dans l'ultraviolet que nous avons pu mettre en évidence la différence de leurs dispersions.

PHOSPHORESCENCE. — *Sur la théorie du phosphorogène.* Note (¹) de M. A. A. Guntz, présentée par M. G. Urbain.

On admet que la phosphorescence de certains solides, comme les sulfures, oxydes et sels, est toujours liée à la présence d'une trace de métal étranger, dit phosphorogène, dilué dans le composé.

L'expérience ayant montré que la phosphorescence diminue fortement ou cesse même quand, d'une part, le composé est aussi pur que possible et quand, d'autre part, il contient des quantités croissantes de l'élément

(¹) Séance du 23 octobre 1933.

étranger, il y a nécessairement un optimun de concentration (loi d'Urbain). Il arrive cependant que la concentration optima soit si faible (10^{-4} à 10^{-6}) et la caractérisation analytique si difficile, que l'existence même et, *a fortiori*, la concentration optima du phosphorogène puisse, dans certains cas, avoir été ou être encore méconnue.

Ce fut le cas il y a dix ans du sulfure de zinc à phosphorescence verte attribuable au cuivre [1] et plus récemment du silicate de zinc (nickel et cuivre) [2]. La concentration optima n'a pas en outre une valeur fixe immuable, elle dépend non seulement du couple étudié par exemple ZnS, cuivre, mais aussi des méthodes d'excitation et d'observation de luminescence et surtout des multiples facteurs de la préparation. Température, sels fusibles, trempe, recuit, etc. [3].

Ces derniers résultats peuvent se déduire de la théorie de la dose active [4]. D'après nous, le métal phosphorogène entre en combinaison dans le composé diluant et plusieurs états chimiques ou physiques, de photosensibilités diverses, sont possibles pour lui. Leurs proportions relatives, et la luminosité résultante, dépendent pour beaucoup des conditions de la préparation où interviennent trop de facteurs. La concentration en phosphorogène ne suffit donc pas à caractériser le *corps phosphorescent*.

Il en est de même pour un acier où la dose de carbone, son état physicochimique et celui du fer (diluant) sont des caractères essentiels.

Cette analogie simple permet de saisir les difficultés auxquelles on se heurtera dans l'obtention d'un produit défini et dans l'interprétation correcte de résultats observés. En particulier, la température, facteur important, mais non exclusif, peut modifier la concentration optima du phosphorogène; l'augmenter ou la diminuer selon les cas.

Ainsi Coustal [5], en employant la méthode usuelle de préparation de ZnS.Cu, c'est-à-dire calcination du ZnS précipité par voie humide, a obtenu les valeurs suivantes de la concentration optima de cuivre pour diverses températures de cuisson : A 800°, dose 10^{-4}; à 1200°, dose 7.10^{-5}; à 1400°, dose 3.10^{-5}; à 2000°, dose 10^{-5}.

Ces chiffres mettent en évidence une diminution sensible avec la tempé-

---

(1) TOMASCHEK, *Ann. der Phys.*, **189**, 1931, p. 65; A. A. GUNTZ, *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1356.

(2) KARL, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1743.

(3) A. A. GUNTZ, *Conf. Bull. Soc. chim. France*, **39**, 1926, p. 953.

(4) A. A. GUNTZ, *Congrès Avanc. Sciences*, Alger, 1930, p. 83.

(5) R. COUSTAL, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1306.

rature, mais ne permettent pas de l'ériger en règle générale ni d'admettre par extrapolation que la valeur optima tombe à zéro pour des températures plus élevées, à 3000° par exemple ([1]).

Une concentration réduite au 1/10e de la dernière valeur expérimentale 10^{-5} tout en représentant déjà une extrapolation notable ne compromet nullement la théorie du phosphorogène et la loi de l'optimum. Des teneurs analogues 10^{-6} se montrent en effet très actives dans le cas similaire de l'extinction de la phosphorescence par certains métaux ([1]) et dans bien d'autres domaines (catalyse, biochimie, etc.).

Il n'en est pas de même d'une même valeur zéro qui met en cause le principe du phosphorogène, élément constitutif d'une molécule photosensible incluse dans le diluant. Le rôle du phosphorogène se réduirait alors à celui d'un catalyseur créant un état photosensible du composé, état réalisable sans lui dans certaines conditions.

Coustal a cherché à confirmer son extrapolation à zéro à l'aide des résultats obtenus en préparant directement ZnS par union des éléments Zn et S ([2]). Coustal et Prévet ([3]) ont réussi à vaincre les difficultés inhérentes à ce procédé explosif et à obtenir, les premiers, du sulfure de zinc phosphorescent par cette méthode. A cet effet :

« On utilise le zinc et soufre en poudre impalpable et spectroscopiquement purs avec, facultativement, adjonction d'anhydride borique à titre de fondant, mais sans qu'aucune trace de phosphorogène ne soit nécessaire. La température de la réaction dépasse 3000° et c'est sans doute la raison pour laquelle le phosphorogène devient inutile. »

La température est évaluée à 3000° par le calcul. Ce chiffre élevé pourrait être discuté car l'état de dissociation du système gazeux à 3000° est incertain, mais même en prenant ce chiffre on ne peut en conclure que le sulfure de zinc ait été porté à cette température.

Le sulfure de zinc est assez volatil; sublimable dès la température de 1200° il n'a pu être fondu que sous pression de 100 atmosphères à 1850° par Tiède et Schleede ([4]) et sous 160 atmosphères vers 2000° par Coustal ([5]).

Au cours de la réaction explosive de Zn + S la phase solide ne se for-

---

([1]) R. Coustal, *Thèse*, Paris, 1931.

([2]) Schwarz, *Berichte d. chem. Ges.*, 15, 1882, p. 2505.

([3]) Prevet, *Thèse*, Paris, 1931.

([4]) *Berichte d. chem. Ges.*, 53, 1920, p. 1717.

([5]) Coustal, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p, 1306.

mera qu'au refroidissement et quoique mal déterminé il est plausible de fixer aux environs de 1500° le point de condensation du système. Cette température de formation du solide cristallisé est donc la température maxima à laquelle puisse être porté le sulfure de zinc dans la méthode par explosion sous la pression ordinaire.

Il est donc difficile, sans intervention d'autres facteurs que la température, de lier les résultats de la méthode par explosion sans phosphorogène, avec ceux de la méthode habituelle de cuisson avec phosphorogène (1).

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *La diffusion de la lumière et les rotations des molécules dans les liquides.* Note de M. **A. Rousset**, présentée par M. Ch. Fabry.

Si l'on éclaire un liquide par un faisceau de lumière naturelle monochromatique et qu'on analyse le faisceau diffusé à angle droit, on trouve de part et d'autre de la raie fondamentale un fond continu où se superposent la diffusion qui est produite par les fluctuations d'orientation des molécules anisotropes et celle qui est produite par les fluctuations du champ moléculaire (2). Cette dernière diffusion est négligeable lorsqu'on étudie la répartition des intensités *au voisinage* de la raie fondamentale ou qu'on mesure les intensités relatives du fond et de la raie; il reste alors la lumière provenant des fluctuations d'orientation répartie sur la raie non changée Q, et sur les deux ailes P et R.

Raman et Bhagavantam (3), Venkateswaran (4) et Ranganadham (5) ont déterminé les intensités relatives des trois branches en mesurant le facteur de dépolarisation ρ « *en fente fine et en fente large* » (6). *Dans le tra-*

(1) *Loc. cit.*

(2) J. Cabannes et Y. Rocard, *Journal de Physique*, 10, 1929, p. 52; A. Rousset, *Journal de Physique*, 3, 1932, p. 555.

(3) C.-V. Raman et S. Bhagavantam, *Indian Journal of Physics*, 6, 1931, p. 363.

(4) Venkateswaran, *Philosophical Magazine*, 14, 1932, p. 258.

(5) S. P. Ranganadham, *Indian Journal of Physics*, 7, 1932, p. 353.

(6) D'après ces auteurs, l'intensité des branches P et R serait la moitié de celle prévue par les théories classique et quantique, la branche Q étant accrue d'autant; ils ont interprété leurs résultats comme une preuve expérimentale de l'existence d'un spin du photon. Kastler a montré (*Journal de Physique*, 4, 1933, p. 406) que, dans l'hypothèse du « spinning photon », les règles de sélection pour les raies de rotation ne sont pas modifiées et que les expériences des auteurs hindous ne prouvent rien pour ou contre l'existence d'un spin.

vail actuel, nous avons suivi la variation de ρ en fonction de la largeur de la fente du spectrographe, ce qui nous a permis de déterminer non seulement les intensités relatives des trois branches mais encore la répartition des intensités dans les tranches P *et* R.

Les distances focales du collimateur et de l'objectif de notre spectrographe sont respectivement égales à 67 et 47^{cm}, sa dispersion est de 20 Å par millimètre dans la région 4358 Å (1 Å couvre 50 μ). Avec une fente de largeur s, l'éclairement au centre du spectre est dû, non seulement à la branche Q, mais encore à toutes les radiations des branches P et R dont la longueur d'onde diffère de la longueur d'onde λ de la raie excitatrice, de moins de $\Delta\lambda$, $\Delta\lambda$ étant égal à $1/50.47/67.s/2$ ou encore $s/140$ (s en μ, $\Delta\lambda$ en Å). Si ρ est le facteur de dépolarisation mesuré au centre du spectre et ρ_0 celui de la branche Q, on a

$$\rho = \frac{1 + k\frac{2A}{i_0}}{\frac{1}{\rho_0} + \frac{7}{6}k\frac{2A}{i_0}} \tag{1}$$

($2A$, intensité totale des branches P et R dans i; i_0, intensité de la branche Q dans i; $2kA$ est, dans i, la fraction du fond continu comprise entre les longueurs d'ondes $\lambda - s/140$ et $\lambda + s/140$).

Si l'on connaît la répartition des intensités en fonction de $\Delta\lambda$, l'équation (1) donne ρ pour chaque valeur de s. Si l'on a mesuré ρ pour différentes valeurs de s, l'équation (1) permet de calculer les valeurs correspondantes de k; la courbe représentative de dk/ds donne alors la répartition des intensités avec la longueur d'onde. Nous avons fait varier s de 25 à 2500$^{\mu}$; les valeurs de 100 ρ obtenues avec le benzène, le sulfure de carbone, l'acide acétique et l'anhydride sulfureux sont données dans le tableau ci-dessous :

s	25.	50.	100.	150.	200.	500.	1000.	2500.
C^6H^6	13	20	29	–	33	39	41	44
CS^2	33	37	46	52	–	59	60	62
CH^3CO^2H	29	30	33	–	35	–	36	39
SO^2	15	16	18	22	26	29	29	29

Résultats. — 1° Nos valeurs de ρ_0 sont en désaccord avec celles publiées par les auteurs hindous; pour le benzène et le sulfure de carbone, elles coïncident avec celles prévues par la théorie des spectres de rotation des molécules polyatomiques de Placzek et Teller [1]; cependant, en adoptant la

[1] G. Placzek et E. Teller, *Zeitschrift für Physik*, **81**, 1933, p. 209.

répartition des intensités donnée par Placzek et Teller, on trouve, d'après la formule (1), des courbes de variations de ρ avec s très différentes des courbes expérimentales.

2° Des valeurs obtenues pour ρ nous avons tiré la répartition des intensités dans le fond continu. Notre méthode ne nous a pas permis de préciser si la courbe de répartition est une courbe en cloche ou si elle présente deux maxima *très rapprochés* de la raie fondamentale (moins de 2 cm^{-1} pour C^6H^6, 4 cm^{-1} pour CS^2, 3 cm^{-1} pour CH^3CO^2H, 5 cm^{-1} pour SO^2). L'existence de deux maxima très rapprochés supposerait, pour l'unité diffusante, un moment d'inertie bien supérieur à ceux que l'on admet habituellement et que ne peuvent expliquer les associations moléculaires dans le cas des liquides à molécules homopolaires (C^6H^6, CS^2). La forme en cloche s'explique si l'on suppose que, dans tous les liquides étudiés, les molécules n'effectuent pas de rotations complètes mais qu'elles changent d'orientation avec des vitesses variables à chaque instant.

3° Pour les liquides à molécules associées, nous trouvons pour $2A_{i_0}$ une valeur plus faible que la valeur théorique; cette diminution d'intensité du fond continu indique que les forces qui provoquent l'association s'opposent à certaines rotations.

4° Les clichés obtenus en fente très fine avec C^6H^6 et CS^2 montrent que, même dans la branche Q, i n'est pas monochromatique : c'est une bande de quelques dixièmes d'Å. Cabannes [1] avait déjà trouvé que la vibration I donne seule des anneaux d'interférence avec un étalon Perot et Fabry de 0^{mm},5 d'épaisseur.

EFFET RAMAN. — *Sur l'effet Raman des sels d'aluminium*

Note de M. A. da Silveira, présentée par M. Jean Perrin.

Comme suite à nos recherches précédentes sur l'effet Raman, nous avons étudié les solutions saturées de nitrate et sulfate d'aluminium.

En effet les résultats que nous avons obtenus dans les solutions de Mg, ainsi que ceux de Suhrmann [2] dans l'infrarouge, semblent révéler l'existence d'hydrates de l'ion Mg^{++}. Il était donc intéressant de chercher

---

(1) J. Cabannes, *Transactions of the Faraday Society*, 25, 1929, p. 800.

(2) R. Suhrmann et F. Breyer, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 20, 1933, p. 17.

ce que donneraient les solutions des sels d'aluminium, bien que l'hydrolyse y soit importante, car ce cation est a peine plus gros que Mg^{++} et trivalent.

Les résultats qui suivent ont été obtenus au moyen d'un spectrographe Zeiss à grande dispersion (montage Fœrsterling) et d'une optique remarquablement claire; ils sont exprimés en nombre d'ondes par centimètre.

$(NO^3)^3Al$.......	–	396f.	446ff.	–	537f.	–
$(SO^4)^3Al^2$.......	270f.	396f.	–	461m.	527f.	612m.
$(NO^3)^3Al$.......	627ff.	721m.	819ff.	–	1052FF.	–
$(SO^4)^3Al^2$.......	686f.	–	–	981FF.	–	1109ff.
$(NO^3)^3Al$.......	1241ff.	1312m.	1414F.	1530ff.	1639f.	–
$(SO^4)^3Al^2$.......	–	–	–	–	–	–

ff. = très faible; f. = faible; m. = moyenne; F. = forte; FF. = très forte.

Il n'est naturellement pas possible de fixer *a priori* l'origine de toutes ces fréquences.

Dans le nitrate, les fréquences $\Delta\nu = 721$, 1052, 1312, 1414 cm^{-1} manifestent indubitablement l'existence de l'ion NO^3 en solution. La bande double $\Delta\nu = 1312$, 1414 cm^{-1} est interdite et dégénérée; elle se trouve ici dédoublée comme nous l'avons toujours observée. La raie $\Delta\nu = 721$ cm^{-1} est également interdite et doublement dégénérée; ici elle paraît être simple. La bande étroite $\Delta\nu = 1639$ cm^{-1} appartient à l'eau comme nous l'avons déjà démontré.

Dans le sulfate, les fréquences $\Delta\nu = 461$, 612, 981, 1109 cm^{-1} appartiennent à l'ion SO^4. Nous n'avons pas pu voir ici la bande $\Delta\nu = 1639$ cm^{-1} car les clichés présentent un fond continu que nous ne sommes pas parvenus à éliminer et dont l'origine est mystérieuse. Nous ne croyons pas que $\Delta\nu = 612$ cm^{-1}, triplement dégénérée, se soit détriplée et que $\Delta\nu = 527$, et 686 cm^{-1} soient ses compagnes, car on trouve leurs homologues dans le nitrate.

Nos recherches antérieures (¹) ont montré dans les solutions de $MgCl^2$, $Mg(NO^3)^2$, $Mg(ClO^3)^2$ une bande comprise entre $\Delta\nu = 350$ cm^{-1} et $\Delta\nu = 785$ cm^{-1} avec un maximum très net à $\Delta\nu = 367$ cm^{-1}. Nous l'avons attribué à la formation d'un hydrate de l'ion Mg^{++}. Des expériences ultérieures ont montré néanmoins que l'eau présente dans cette région une bande qui, dans les clichés de Bolla (²), est dédoublée avec ses maxima

---

(¹) A. da Silveira et E. Bauer, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 416.

(²) G. Bolla, *Nuovo Cimento*, **10**, 1933, p. 416.

à $\Delta\nu = 510$ et 740 cm^{-1}, et dans les clichés de Magat (¹) est continue, peut-être à cause d'une dispersion moindre, et s'étend entre $\Delta\nu = 350$ et 740 cm^{-1}.

Il semble que nous retrouvions ici la même bande que dans les sels de Mg, avec cette différence que l'aspect de continuité a complètement disparu : elle serait ici triple et composée de trois bandes étroites de fréquences moyennes $\Delta\nu = 396$, 552 et 656 cm^{-1}, les deux premières très nettes, la troisième un peu floue surtout dans le nitrate.

Déjà dans les solutions de Mg, il nous semblait impossible de ne pas rendre le cation Mg^{++} responsable de la structure particulière de cette bande. A plus forte raison, dans le cas présent, c'est au cation Al^{+++} qu'il faut attribuer la présence du maximum $\Delta\nu = 396$ cm^{-1}, qui n'existe pas dans les clichés très nets de Bolla.

Peut-être la bande $\Delta\nu = 819$ cm^{-1} du nitrate est-elle la fréquence inactive de l'ion NO^3 symétrique; elle correspondrait à la fréquence $\Delta\nu = 890$ cm^{-1} trouvée par Ollano (²) dans une solution de $Bi(NO^3)^3$.

Quant aux autres fréquences, nous croyons prématuré de se prononcer dès maintenant sur leur origine. Rappelons cependant qu'Ollano a trouvé dans le nitrate de bismuth une fréquence de $\Delta\nu = 1493$ cm^{-1} qu'il a attribuée à l'ion positif monovalent $Bi(OH)^2$; 1530 cm^{-1} pourrait de même être due à un produit d'hydrolyse de l'ion aluminium.

RADIOCHIMIE. — *Contribution à l'étude du* ThC″. Note de Mlle C. **Chamié**, présentée par M. Jean Perrin.

Le but de ce travail était d'obtenir du ThC″ très pur, exempt de ThC, de déterminer les conditions de séparation de ce corps par recul dans un champ électrique à la pression normale et d'étudier les courbes de décroissance de cet élément.

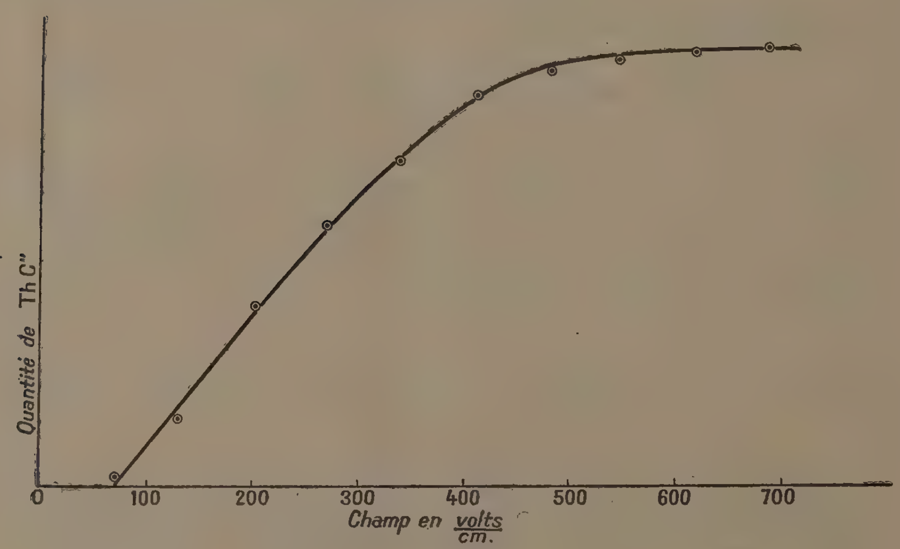
I. *Technique des expériences.* — Pour cette étude, j'ai employé un procédé spécial de purification des sources avant l'activation par recul. La plaque en or qui portait le dépôt actif du thorium sur une surface de 8^{cm} de diamètre était reliée au sol, une boîte en ébonite recouvrait la plaque et avait une ouverture de 8^{cm} de diamètre bordée d'un anneau métallique porté à un potentiel négatif. Avant de faire l'activation au recul, on pur-

---

(¹) M. Magat, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1981.

(²) Z. Ollano. *Nuovo Cimento*, **8**, 1932, p. 264.

geait pendant 5 minutes l'air au-dessus de la plaque en or, par le champ intense établi entre celle-ci, qui contenait la source, et une plaque métallique appliquée contre l'anneau. Cette purge avait pour but d'éliminer les poussières chargées d'atomes de recul quelconques qui nagent au-dessus de la source active. En remplaçant très rapidement la plaque de purge par une plaque réceptrice, on y recueillait le ThC″ débité uniquement pendant le temps d'activation qui était court, de l'ordre de 10 secondes, par exemple. La présence du ThC, rejeté par recul β, ne se faisait pas apercevoir, et les courbes logarithmiques de décroissance du TgC″, finissaient par des droites parfaites avec ce procédé d'activation.



La courbe a été obtenue en faisant varier le potentiel de la plaque réceptrice à distance fixe de la source du dépôt actif du Th. Distance = $1^{cm},3$; durée de l'activation par recul = 5 secondes.

Les mesures de la décroissance de la matière projetée par recul ont été faites à l'aide d'appareils variés : électroscope ordinaire, électromètre à quartz piézo-électrique compensateur, chambres à rayons β fermées par des écrans en Al et chambres utilisant tout le rayonnement. Enfin, une série de mesures a été faite à l'électromètre de Pohl de grande sensibilité, dont la chambre est fermée par un écran en Al de $0^{mm},015$; le disque activé est placé au-dessous de l'écran à des distances variables et peut être recouvert d'une épaisseur de plomb quelconque.

II. *Rôle du champ.* — J'ai étudié comment varie la quantité de Th C″ recueillie sur la plaque réceptrice en fonction du champ. Pour la même durée d'activation, on faisait varier soit la distance entre la plaque réceptrice et la source en appliquant à la plaque un potentiel constant, soit le potentiel à distance fixe. Dans les deux cas, on obtient des courbes semblables qui montrent que la saturation est atteinte pour une valeur de champ voisine de 700 volts/cm (voir figure). Les courbes conservent le même aspect si la durée d'activation est courte ou longue variant entre 5 secondes et 10 minutes.

III. *Vérification de la période.* — Dans les expériences qui avaient pour but d'étudier les courbes de décroissance du Th C″ il fallait éviter toute trace de Th C. J'ai employé un champ de 270 volts/cm (distance 2^{cm}, potentiel 540 volts) et des durées d'activation de 10 secondes. Dans ces conditions, le rendement en Th C″ recueilli n'est pas élevé, mais on a l'avantage de ne pas entraîner de Th C. J'ai vérifié sur les courbes obtenues que la période du Th C″ correspond bien au nombre adopté [1] $T = 3{,}1$ minutes.

IV. *Anomalie.* — J'ai remarqué que les courbes de décroissance du Th C″ présentent au début une légère anomalie qui disparaît au bout de quelques minutes comme s'il y avait un excès d'activité au début de la décroissance. Ce supplément d'activité semble se manifester en plusieurs étapes, les courbes étant affectées de plusieurs paliers. Quantitativement, ce phénomène est faible, l'activité supplémentaire est de l'ordre de 3 pour 100 de l'activité normale. Ce phénomène n'est pas toujours strictement reproductible, mais, en général, on l'observe quand le temps d'activation diminue et il disparaît quand les quantités de Th C″ recueillies sont fortes. On pourrait chercher peut-être l'explication de ce phénomène dans la structure fine des rayons α du Th C.

---

(1) Constantes radioactives admises en 1930 (*J. de Phys. et Rad.*, 7e série, 2, 1931, p. 273-289).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la corrosion du fer.*
Note de M. E. **Toporescu**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La théorie de la corrosion des métaux de Evans invoque la formation d'une pile locale due à ce que l'auteur appelle l'aération différentielie ([1]). Les expériences sur les solutions salines qui ont servi de point de départ à cette théorie me semblent pouvoir recevoir une interprétation différente.

Partant de l'idée que les liquides sont dépolymérisés sous l'action des tensions superficielles capillaires et que ces molécules dépolymérisées ont une activité chimique plus grande, j'ai cherché à voir si l'on pouvait obtenir une corrosion rapide en faisant monter les solutions par capillarité entre deux lames de fer.

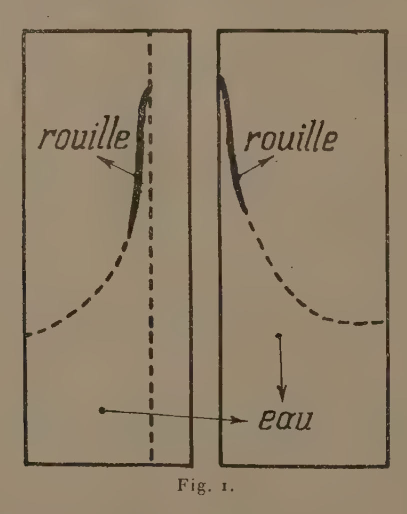


Fig. 1.

Les lames employées ont 3^{cm} de largeur sur 7^{cm} de hauteur. Elles proviennent d'un fer à T dont une des faces a été soigneusement polie, tandis que les autres, restées brutes, ont été vernies à l'acétate de cellulose. Les surfaces polies sont mises en regard de façon à former un angle de 7°. Le pied de ces lames est plongé dans un cristallisoir renfermant la solution étudiée.

A la température ordinaire, dans l'eau distillée, la corrosion commence

---

([1]) Evans, *Sur la corrosion des métaux* (Dunod, éditeur, 1928).

au bout d'une heure, vers la partie supérieure. Il se forme un dépôt gris foncé d'hydroxyde ferreux. Laissé au contact de l'air, ce dépôt brunit en se transformant en hydrate de sesquioxyde de fer, en rouille. La corrosion ne commence jamais par la partie inférieure du métal plongée dans l'eau (*fig.* 1).

Avec une solution à 3 pour 100 de NaCl la corrosion présente une répartition différente (*fig.* 2). Enfin si les lames ne sont pas vernies à la partie

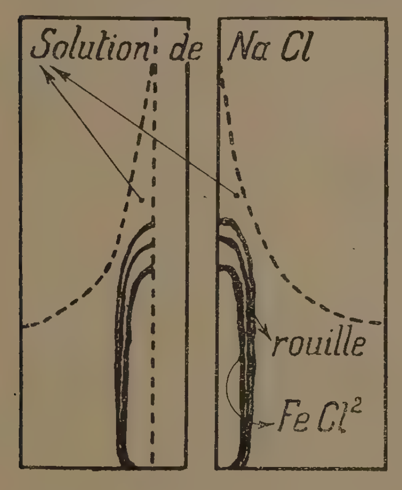


Fig. 2.

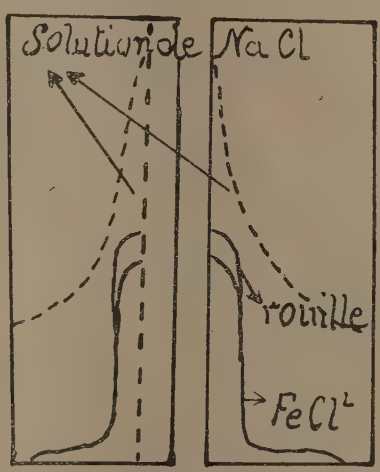


Fig. 3.

inférieure, la corrosion descend jusque sur les parties en contact avec le fond du cristallisoir (*fig.* 3). Dans tous les cas, l'importance de la corrosion est en relation avec l'angle que forment les deux lames; elle est d'autant plus grande que l'angle est plus petit.

Une particularité intéressante de cette corrosion est qu'elle se développe par sauts rythmiques, qui rappellent les anneaux de Liesegang. Le centre est vert, par suite de la formation de chlorure ferreux; puis à l'air cette coloration passe au brun. Les anneaux suivants, plus foncés, sont formés d'hydroxyde ferreux.

Il semble donc d'après ces expériences que l'oxydation n'est pas due aux courants d'aération différentielle, mais est sous la dépendance des tensions superficielles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de traces d'oxygène sur la décomposition thermique de la vapeur d'acétaldéhyde.* Note de M. **Letort**, présentée par M. G. Urbain.

La décomposition thermique de la vapeur d'acétaldéhyde a été étudiée expérimentalement par Hinshelwood et Hutchinson ([1]), par Kassel ([2]) et, au cours de notre travail, par Fletcher et Hinshelwood ([3]). Ce problème n'étant pas suffisamment résolu, il nous a paru intéressant d'en reprendre l'étude afin d'élucider le mécanisme de cette réaction en étudiant, en même temps que la cinétique, les modes de vibrations intramoléculaires, la présence des radicaux libres et l'influence des catalyseurs. En suivant la vitesse de cette réaction par la méthode manométrique usuelle, nous avons été surpris de la difficulté d'obtenir des résultats reproductibles surtout pour des températures inférieures à 500°C. Pour connaître les causes de ce phénomène, nous avons étudié l'influence de la pureté du produit utilisé, l'influence des lavages à la vapeur d'acétaldéhyde de la chambre de réaction avant expérience, et enfin nous avons trouvé que le degré d'évacuation et l'étanchéité de l'appareil étaient essentiels. Il n'est pas très facile d'avoir une étanchéité satisfaisante (de l'ordre de 10^{-4} mm de mercure); en effet, les vapeurs d'acétaldéhyde ont sur la graisse des robinets de l'appareil une influence néfaste, qui permet à de faibles quantités d'air de s'introduire et d'altérer considérablement la marche de la réaction. Fletcher et Hinshelwood semblent avoir également soupçonné cette cause d'erreur (p. 44). L'agent actif est l'oxygène de l'air. En effet, nous avons vérifié qu'on peut obtenir à volonté toutes les « irrégularités » observées en introduisant dans l'appareil de très petites quantités mesurées d'oxygène.

Nous avons voulu étudier systématiquement ce phénomène, cela exige une technique minutieuse. La chambre à réaction, en quartz, a un volume de 160^{cm^3} avec un espace nuisible de 1 pour 100. La température du four est tenue constante à 1°C. près. Nous évacuons avant l'expérience à 10^{-5} mm de mercure et, l'appareil étant fermé, il faut environ 10 heures pour que cette pression atteigne 10^{-4} mm. L'acétaldéhyde est purifié dans le vide d'après une technique que nous décrirons ultérieurement, qui permet de la débar-

([1]) *Proc. Roy. Soc.*, A, **111**, 1926, p. 380.
([2]) *Journ. of Phys. Chem.*, **34**, 1930, p. 1166.
([3]) *Proc. Roy. Soc.*, A, **141**, 1933, p. 41.

rasser d'oxygène dissous. L'oxygène est préparé électrolytiquement, et purifié de l'hydrogène, de l'ozone et de l'eau.

Pour la température de 477°C. et pour une pression de 226ᵐᵐ de mercure d'acétaldéhyde, nous avons introduit des quantités de O^2 variant de 0 à 0ᵐᵐ,034 de Hg. Un fait remarquable est la disproportion que l'on observe entre l'action due à l'O^2 et la faible quantité de ce gaz mis en jeu.

A titre d'exemple la figure 1 représente les courbes de décomposition

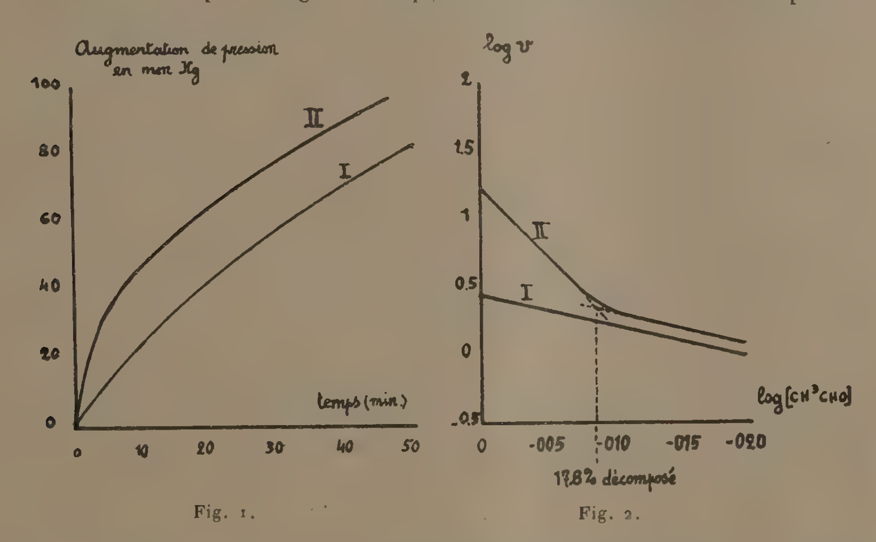


Fig. 1. Fig. 2.

sans O^2 (courbe I) et avec 0ᵐᵐ,0135 de Hg de O^2 (courbe II), ce qui représente 6ᵛᵒˡ de O^2 pour 100000ᵛᵒˡ de CH^3CHO. Ces courbes paraissent montrer que l'action de O^2 ne se fait sentir que pour les premiers temps de la réaction. Ce fait apparaît nettement si l'on détermine graphiquement les vitesses de réaction pour différents taux de décomposition. (Nous avons vérifié que la réaction limite avec ou sans O^2 correspond à une augmentation de pression de 100 pour 100, aux erreurs expérimentales près.) On a les valeurs suivantes (les vitesses sont exprimées en augmentation de pression en millimètres de Hg par minute) :

°/₀ décomposé	0.	5.	10.	15.	20.	25.	30.	35.	40.
Concentration CH^3CHO.	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
Vitesse. Exp. I sans O^2..	2,70	2,40	2,10	1,90	1,65	1,46	1,20	1,03	0,86
Vitesse. Exp. II avec O^2.	18,0	10,3	5,61	3,17	2,10	1,74	1,44	1,26	1,10

De l'équation fondamentale des vitesses de réaction $v = k(CH^3CHO)^n$, où v est la vitesse, k une constante caractéristique de la réaction, (CH^3CHO)

la concentration en acétaldéhyde et n l'ordre de la réaction, on tire

$$\log v = n \log(CH^3CHO) + \text{const.}$$

Dans la figure 2 on a dessiné cette courbe pour les expériences I et II. Pour l'expérience sans O^2, on mesure $n = 2,2$. Pour l'expérience II, on voit que la courbe représentative de la réaction se compose de deux parties : l'une, sensiblement parallèle à la réaction I qui correspond à la décomposition simple; l'autre, dont la pente est très accusée, qui caractérise l'influence de O^2. D'après ce graphique, on voit que l'action de O^2 cesse quand 17,8 pour 100 de l'acétaldéhyde sont décomposés. Déduction faite de la quantité décomposée dans le même temps par réaction thermique simple, on calcule que 6^{vol} de O^2 entraînent la décomposition supplémentaire de 9800^{vol} d'acétaldéhyde. L'allure très différente des réactions I et II, mise en évidence par la figure 2, est une des raisons qui nous fait croire que la réaction dite « sans oxygène » est bien, en réalité, exempte de O^2 ou, plus exactement, que la décomposition de l'acétaldéhyde n'est pas influencée, dans les conditions de nos expériences par des quantités d'air inférieures à 10^{-4} mm de Hg (étanchéité réalisée).

En résumé, nous avons montré que la décomposition thermique de la vapeur d'acétaldéhyde est fortement catalysée par des traces d'oxygène ou d'air; il nous reste à décrire l'influence de différents facteurs sur cette catalyse et à en discuter la théorie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la conduction électrique de la gélatine.* Note de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

Une étude antérieure (1) a montré que le champ électrique réagit mécaniquement sur la gélatine, en lui faisant subir, entre une électrode et l'autre, des déformations consécutives à un échelonnement de la concentration en ions hydrogène. La présente recherche a eu pour objet l'examen des caractères de la conductivité du milieu.

Variation, au cours du temps, de la conductivité de la gélatine sous une tension donnée. Le spécimen en examen était préparé selon une technique antérieurement adoptée, par étalement de la gélatine sur une plaque de verre préalablement garnie d'une feuille métallique à perforation circulaire. Cette feuille représentait une des électrodes, tandis que l'autre électrode

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 454.

était constituée par un fil métallique perpendiculaire au plan de la plaque au centre de la perforation. On obviait à la dessiccation de la gélatine en recouvrant la préparation d'un verre de montre ne livrant passage qu'au fil électrode.

A partir du début de l'application du champ électrique, la variation de l'intensité du courant dans la gélatine était suivie au moyen d'un galvanomètre enregistreur. Les observations se prolongeaient quelques heures.

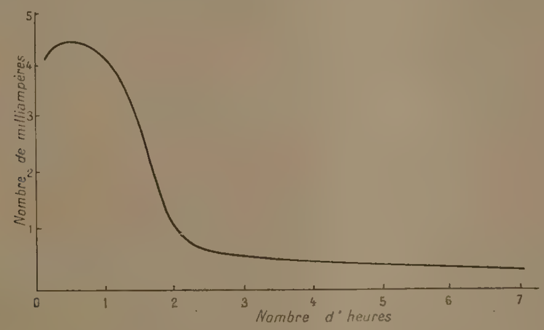


Fig. 1. — Évolution de la conduction électrique de la gélatine au cours du temps.

L'enregistrement reproduit (*fig.* 1) a été obtenu sous une tension de 7,2 volts. Le courant, après une baisse généralement trop rapide pour s'inscrire, augmente jusqu'à un maximum d'intensité, d'où il décroît ensuite pour tendre finalement vers une valeur inférieure à la limite de sensibilité des appareils de mesure. Le maximum est plus ou moins accusé suivant les conditions expérimentales particulières, la partie descendante de la courbe pouvant même éventuellement subsister seule.

En fin d'expérience, à l'instant même où le champ cesse d'être appliqué, l'emploi d'électrodes-sondes révèle que l'œdème cathodique manifeste individuellement une conductivité notable, conductivité fugitive, qui disparaît progressivement en quelques minutes.

Conduction de début de la gélatine, en fonction de la tension appliquée. — La variation de l'intensité du courant dans la gélatine en fonction de la tension appliquée a été étudiée en tenant compte du phénomène d'évolution ci-dessus décrit. Afin d'éliminer autant que possible cette perturbation pour les mesures, les intensités de courant ont été relevées au début de l'application du champ à l'instant même du contact, en ne laissant circuler le courant, à propos de chaque observation, que pendant le temps très bref de la lecture.

Avec cette précaution, et en opérant avec une batterie d'accumulateurs réglée par une boîte de résistance, on trouve que sous des tensions croissantes, l'intensité du courant dans la gélatine qui dans un premier stade augmente linéairement en respectant approximativement la loi d'Ohm, ralentit ensuite sa croissance pour tendre finalement vers une valeur limite. La courbe (*fig.* 2) illustre les résultats obtenus.

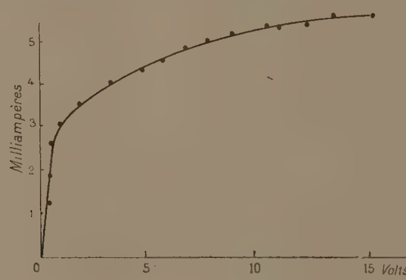


Fig. 2. — Conduction de début de la gélatine en fonction de la tension appliquée.

L'existence de cette sorte de courant de saturation, qui s'établit aux tensions suffisamment élevées, rappelle dans une certaine mesure les observations classiques faites dans un ordre d'idées différent, à propos de l'ionisation des gaz.

Substitution de l'agar-agar à la gélatine. — Lorsqu'on substitue l'agar-agar à la gélatine, les allures des deux courbes ici décrites sont conservées, encore que la netteté des phénomènes s'amoindrisse, en raison notamment d'une transpiration cathodique très abondante.

PHYSICOCHIMIE. — *Le domaine d'inflammation du mélange* $2H^2 + O^2$ *à basse pression.* Note [1] de M. **Pierre Tauzin**, présentée par M. Ch. Fabry.

Nous avons étudié, par des méthodes déjà connues, mais que nous avons modifiées pour leur donner plus de précision, l'inflammation, aux faibles pressions, du mélange $2H^2 + O^2$ contenu dans des tubes de quartz chauffés.

Si l'on porte en abscisses la température et en ordonnées la pression, on sait que le domaine d'inflammation est compris entre 2 courbes C_1 et C_2.

Détermination de la limite inférieure (*courbe* C_1). — Le mélange gazeux

---

[1] Séance du 30 octobre 1933.

est introduit à la pression voulue dans un récipient froid B; puis, par l'ouverture d'un robinet, il est détendu dans le tube de quartz chauffé A, dont la température est mesurée par un couple platine-platine rhodié; on répète l'expérience à des pressions croissantes jusqu'à obtenir l'inflammation.

Lorsque le gaz s'enflamme, il est impossible de mesurer la pression d'inflammation; le gaz brûle en effet dès que cette pression est atteinte; mais on peut la calculer en remarquant que pour des températures fixes des récipients A et B, il existe un rapport indépendant de la pression initiale entre les pressions avant et après détente. Or, pour des pressions assez faibles le gaz ne brûle pas; on peut par suite mesurer les pressions avant et après détente et par conséquent obtenir le coefficient de proportionnalité [1].

On a étudié l'inflammation du gaz dans deux tubes, l'un A_1 de 5^{cm} de diamètre et 20^{cm} de long, relié au récipient B par un tube de 2^{cm} de diamètre; l'autre A'_1 de $2^{cm},5$ de diamètre et 10^{cm} de long, relié à B par un semi-capillaire de $1^{mm},5$ de diamètre. Dans les deux cas, B est un tube de 700^{cm^3} de capacité. Les courbes relatives aux tubes A_1 et A'_1 sont respectivement C_1 et C'_1.

Détermination de la limite supérieure (*courbe* C_2). — Les pressions sont

---

[1] Ce fait demande une explication. Le tube A est placé dans la partie centrale d'un four électrique; sa température absolue est T_A. Le récipient B est à l'extérieur; sa température absolue est T_B. Ils sont reliés par un tube qui peut être long et gros et dont la température n'est pas uniforme. On peut cependant démontrer la proportionnalité annoncée, en écrivant la conservation du nombre des molécules gazeuses avant et après détente,

$$n_B V_B = \iiint n\, dV \tag{1}$$

(n_B, nombre de molécules admises dans le récipient B de volume V_B avant la détente; n, nombre de molécules par unité de volume dans le volume dV après la détente. L'intégrale est étendue au volume total de la masse gazeuse après la détente).

n_B et n sont donnés par la loi de Mariotte.

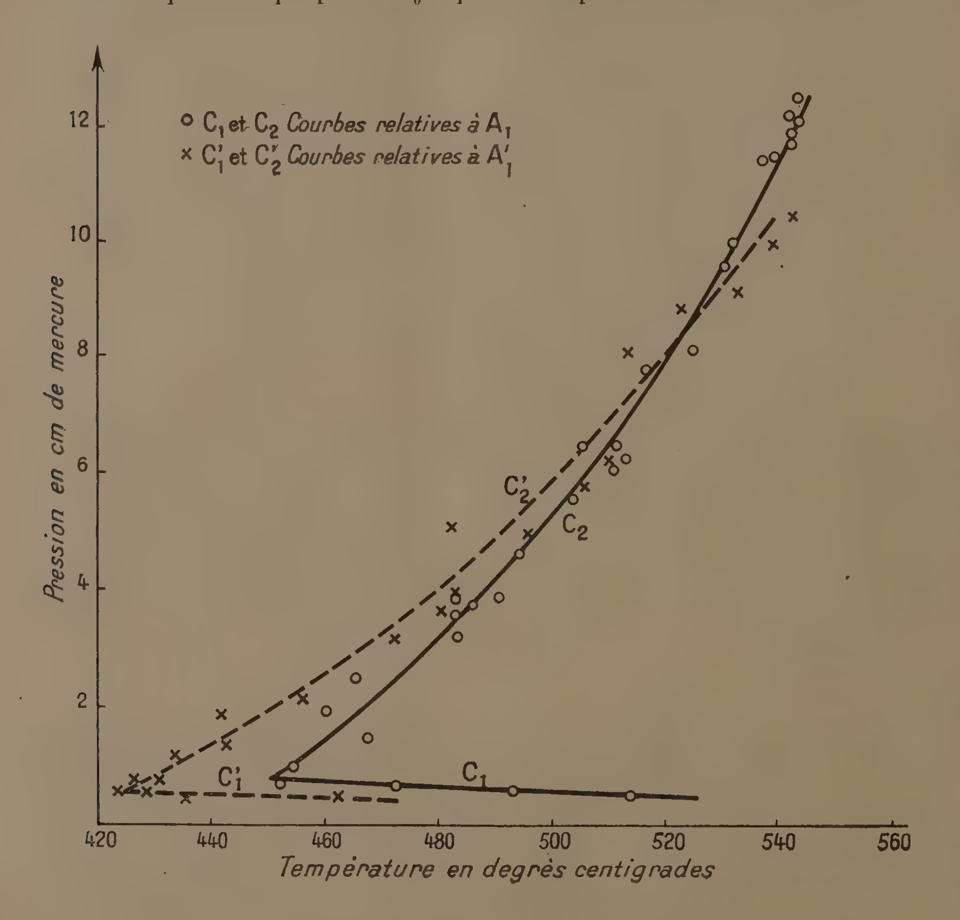
$$p_B = n_B RT_B \quad \text{et} \quad p = nRT;$$

portons ces valeurs dans (1)

$$\frac{p_B V_B}{T_B} = p \iiint \frac{dV}{T}.$$

Il est naturel d'admettre que, pour des températures données des tubes A et B, la distribution des températures dans le tube de jonction est fixe et par conséquent $\iiint \frac{dV}{T}$ est constante; p_B est proportionnel à p.

ici plus élevées que dans le cas précédent. On ne peut employer la même méthode, sinon le gaz s'enflammerait à basse pression au cours du remplissage du tube chauffé. D'où le mode opératoire : Emplir le tube de gaz à une température assez basse pour qu'il n'y ait pas inflammation et chauffer aussi brusquement que possible jusqu'à la température d'inflammation.



La vitesse maxima de chauffage obtenue avec nos fours est de 30° à la minute, et le chauffage peut durer jusqu'à 4 ou 5 minutes; il a donc pu se produire des traces d'eau en quantité croissant avec la durée d'échauffement. Pour justifier la méthode, nous avons vérifié que la température d'inflammation est indépendante de cette durée d'échauffement tout au moins

pour des pressions inférieures à 12^{cm} de mercure. Pour des pressions supérieures le chauffage produit d'abondantes quantités d'eau; la méthode n'est plus acceptable.

Les courbes relatives aux tubes A_1 et A'_1 sont respectivement C_2 et C'_2.

Dans le tube A_1, sous la pression de 4^{cm} de mercure, le gaz s'enflamme à 488°; après un chauffage de 1 heure à 463°, il s'enflamme à 492°; sous la pression de 9^{cm}, le gaz s'enflamme à 526°; après un chauffage de trois quarts d'heure à 509°, le gaz s'enflamme à 533°.

Dans le tube A'_1, sous une pression de 4^{cm}, le gaz s'enflamme à 477°; après un chauffage de trois heures et quart à 452°, il s'enflamme à 472°; sous la pression de 9^{cm}, le gaz s'enflamme à 529°; après chauffage de 1 heure et demie à 494°, il s'enflamme à 524°.

Pour des pressions inférieures à 12^{cm}, les variations de la limite supérieure d'inflammation lorsqu'on fait varier la durée d'échauffement dans de très larges limites, sont de l'ordre des erreurs expérimentales.

PHYSICOCHIMIE. — *Point de transformation et ramollissement des verres.* Note de M. **Édouard Rencker**, présentée par M. Ch. Fabry.

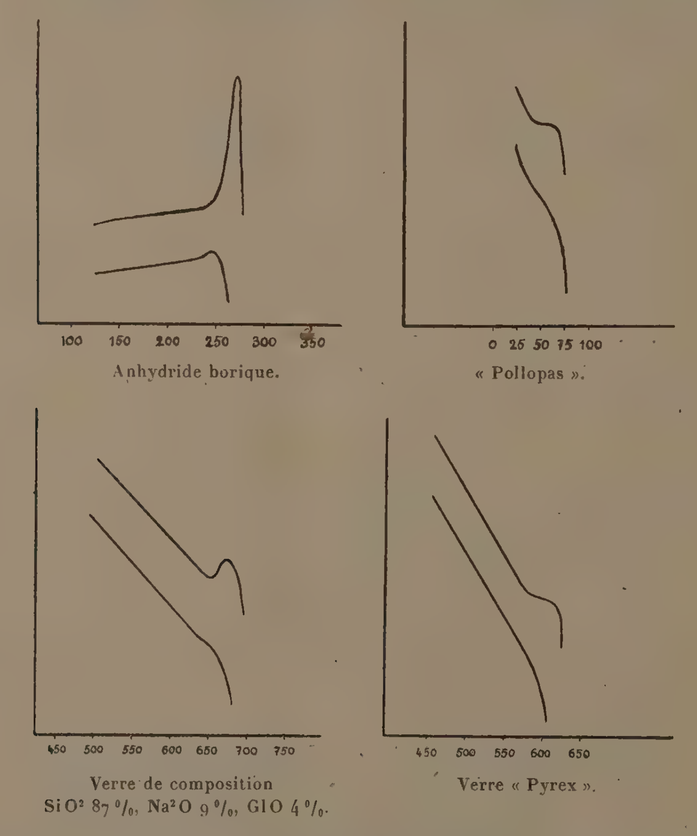
De nombreux auteurs ont signalé que les verres présentent peu avant de se ramollir un point de transformation où les coefficients de température de toutes les propriétés physiques varient brusquement. Cette propriété est générale, elle appartient à tous les corps vitreux organiques ou minéraux (brai, gommes, glycérine, soufre et sélénium vitreux) [1]. Il m'a semblé intéressant de préciser les rapports entre le ramollissement et la transformation.

Dans une Note précédente [2], j'ai indiqué qu'il m'avait été impossible de mesurer le coefficient de dilatation linéaire des verres au-dessus du point de transformation à l'aide du dilatomètre Chévenard. En effet, à partir de ce point, la dilatation est partiellement compensée par l'écrasement sous l'action du ressort; ce phénomène dépend d'ailleurs de la force du ressort, du diamètre de l'échantillon et de la vitesse d'échauffement. En particulier, si l'échauffement est assez lent, l'écrasement peut se produire sans qu'on ait enregistré de transformation. D'autre part, l'écrasement ne s'est jamais produit à une température inférieure à la température de

(1) Samsoen, *Annales de Physique*, **9**, 1928, p. 35; Mondain-Monval et Galet, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 120.

(2) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 840.

transformation. J'ai observé ces phénomènes pour des verres industriels, pour des verres que j'avais préparés moi-même, pour l'anhydride borique, pour la « parilithe » et le « pollopas », verres organiques fabriqués actuellement dans l'industrie. On a reproduit ci-dessous les diagrammes de dilata-



Diagrammes de dilatation différentielle.

Les abscisses correspondent aux températures (mesurées par la dilatation de l'étalon); les ordonnées représentent les différences entre les allongements de l'échantillon et ceux de l'étalon. L'étalon choisi est l'alliage « Baros », sauf dans le cas du « Pollopas » où l'on a préféré le zinc à cause de son coefficient de dilatation élevé.

tion différentielle de quatre verres différents. Pour chacun d'eux, la courbe supérieure correspond à un barreau de 5 à 7^{mm} de diamètre et à une vitesse d'échauffement de 6° à la minute; la courbe inférieure, à un barreau de 2^{mm} de diamètre et une vitesse d'échauffement de 1° à la minute environ.

La température de transformation coïncide donc avec la température où les verres commencent à se ramollir. On est conduit à chercher l'explication de la variation brusque des coefficients de température des propriétés physiques dans l'apparition de l'état visqueux. Bien des hypothèses sur la nature intime de ces phénomènes sont possibles actuellement. De nouvelles expériences nous permettront peut-être d'éclairer la question.

LITHOLOGIE. — *Sur la présence de la barytine dans l'arène de granulite d'Alençon* (*Orne*). Note de M. L. **Berthois**, présentée par M. L. Cayeux.

La barytine à l'état microscopique tient une place importante dans l'ensemble des minéraux lourds des arènes de la granulite d'Alençon. Elle se présente sous les formes suivantes :

a. Petites tablettes brisées à contours très anguleux, dont les plus grandes dimensions varient de 50^{μ} à 500^{μ};

b. Petites tablettes dues aux faces du prisme *mm* (110), recoupé par le clivage basal *p* (001), dimensions voisines de 200^{μ};

c. Tablettes peu épaisses, avec un contour en dents de scie; dimensions voisines de 200^{μ}.

Une analyse chimique faite par M. Tiollais m'a permis de confirmer le diagnostic établi d'après les propriétés optiques.

La barytine ayant été remaniée dans les formations secondaires, il m'a paru intéressant de faire une étude quantitative de sa répartition.

J'ai fait, en partant des arènes de granulite, un certain nombre de séparations (de 4 à 5 par localité citée).

La moyenne des séries de pesées effectuées donne les résultats suivants (pour 100) :

Quartier de Villeneuve (sud-ouest d'Alençon).....	0,033
Le Tertre (ouest de Lonray).....................	0,017
Villeneuve....................................	0,086
Montpertuis...................................	0,017

La moyenne générale de la teneur en minéraux lourds est donc un peu inférieure à 0,5 pour 1000 (0,038 pour 100) du poids de l'arène. La

barytine constitue les 7 à 9/10e du résidu lourd préalablement traité à l'HCl.

Sur la bordure du massif granulitique, j'ai pu noter les faits suivants :

Près du Gué au Cheval (route de Bretagne), la barytine en cristaux microscopiques existe dans une arène de schistes X métamorphisé au contact de la granulite.

D'autres prélèvements d'arène plus éloignés de la granulite n'ont pas fourni de barytine; il semble donc que, dans les terrains sédimentaires encaissant la roche éruptive, la présence de la barytine soit réduite à une auréole très étroite.

On peut penser que la venue de la barytine est liée à l'activité fumerollienne de la granulite, ce minéral ayant été trouvé dans cette roche et dans les schistes encaissants.

La barytine se retrouve en assez grande abondance dans les formations sédimentaires de la bordure du Bassin de Paris. M. A. Lacroix [1] a signalé sa présence dans les arkoses bajociennes d'Alençon. Des séparations quantitatives faites récemment par Mlle Herat ont montré que la barytine y était beaucoup plus concentrée que dans les arènes de granulite que j'ai étudiées (en moyenne 30 à 60 fois plus). La proportion de barytine croît comme celle des autres minéraux.

Lors de la transgression bajocienne, la granulite a fourni les matériaux nécessaires à la formation des arkoses, la barytine qui tenait une place importante dans le cortège des minéraux lourds de l'arène est disséminée en abondance dans l'arkose.

Le rapport entre les teneurs en minéraux denses contenus dans l'arène d'une part, et dans l'arkose d'autre part, peut donner une idée approximative de la masse d'arène granulitique mise en œuvre lors de la formation de la roche sédimentaire.

---

(1) A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses colonies*, 4, 1910, p. 94 et suiv.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du Bubale antique dans les limons de l'Oued Imar'ir'en (Haut-Atlas de Marrakech) et la signification paléoclimatique de cette trouvaille.* Note [1] de M. **Jacques Bourcart.**

M. Maral, ingénieur à la mine de sel de l'Oued Imar'ir'en, ayant découvert dans une ballastière qu'il exploitait à la base des limons roses, deux fragments qu'il attribuait à des cornes de Rhinocéros, je me rendis sur les lieux pour y effectuer des fouilles pour l'Institut scientifique chérifien. L'intérêt de cette recherche n'était pas uniquement paléontologique; aucun fossile n'avait encore jusqu'ici été trouvé, dans le Haut-Atlas, dans des formations plus récentes que le Nummulitique.

Les ossements que j'ai pu dégager n'appartiennent pas à un Rhinocéros. J'ai mis au jour un massacre de *Bubalus antiquus* que complètent les deux fragments découverts par M. Maral. La pièce, assez rongée par les eaux salées qui circulent partout dans la région, provient d'un individu adulte, d'une envergure de corne (suivant la corde de l'arc) de $2^m,10$. Le crâne, adhérent au moule osseux des cornes ,ne comporte ni os de la face ni mâchoire supérieure. Il était rempli par une argile verte, plastique, et entouré d'une gaine ferrugineuse ressemblant à de l'*ortstein*. Il a certainement été flotté par l'oued; malgré d'importantes fouilles, aucun autre fragment qu'un métacarpien n'a pu être découvert. Tous les caractères de la pièce sont exactement comparables à ceux que Pomel a mis en évidence dans la Monographie qu'il consacre à cet animal [2].

La pièce reposait, à une altitude de 12^m au-dessus de l'oued, sur des limons jaunes très fins qui succèdent à une série de sables ou d'argiles rouges, recouvrant les marnes salifères du Trias. Sur ces limons venaient 4^m de cailloutis, essentiellement composés de dolérites très altérées et de calcédoines du Trias avec quelques rares *nuclei* de silex, puis le reste de la banquette était formé des limons, analogues en tout point aux limons subatlasiques.

La banquette de limons n'existe que sur la rive droite de l'oued ; sur la rive gauche lui fait face, à une hauteur de 50^m au-dessus du thalweg, une

---

(1) Séance du 9 octobre 1933.

(2) A. Pomel, *Carte géologique de l'Algérie. Paléontologie, Monographies*, Bubalus antiquus (in-4°), Alger, 1893; 94 pages, 10 planches.

autre banquette qui se relie au grand cône du Rdat dont j'ai parlé précédemment ([1]).

Je n'hésite pas à relier ces deux formations, malgré leur différence d'altitude. En effet, des paquets de limons, inclinés à 45°, sont encore adhérents à la banquette supérieure; d'autres sont visibles, dans les mêmes conditions, sur la rive gauche, près d'Imizer; enfin, la stratigraphie montre que notre ballastière représente bien un fond de vallée.

La formation limoneuse moule bien la vallée de l'oued, qui a dû se creuser très rapidement par suite de la dissolution du sel qui existe sur les deux rives. Je crois être en droit de dire qu'elle appartient bien à l'ensemble de la formation subatlasique.

Quel âge faut-il lui assigner? Le Bubale antique serait connu, en Algérie, depuis les couches de Palikao (c'est l'équivalent de nos grès de Rabat) jusqu'à l'époque des gravures rupestres où cet animal a été bien des fois figuré. Mais le squelette complet, décrit par Pomel, provient de limons roses, tout analogues aux nôtres. Pomel insistait déjà sur l'impossibilité d'attribuer des étendues pareilles de limons, comme celles où il avait trouvé le Bubale, à des fleuves qui présenteraient le régime des cours d'eau actuels de l'Afrique du Nord.

Pour de telles formations, il faut supposer des conditions hydrologiques analogues à celles que présentent les fleuves de l'Afrique occidentale. L'abondance du fer dans ces dépôts nous fait supposer qu'un climat analogue à celui de ces régions régnait aussi.

Enfin, Pomel a déjà souligné le fait qu'un animal possesseur de pareilles cornes ne pouvait vivre que dans une steppe et non dans les forêts qui paraissent avoir couvert le Maroc à l'époque des tirs (Paléolithique supérieur).

Je rappellerai que les limons subatlasiques reposent, selon moi (comme du reste toutes les formations analogues au Maroc : limons de Rabat, roche rouge du Cap Cantin, etc.), sur des calcaires lacustres recouverts par la croûte principale *et qu'ils sont ici surmontés par un cailloutis de reg à très gros éléments*. On peut donc imaginer la succession climatique suivante : 1° *un climat très humide*, correspondant au Chelléen et aux lacs interdunaires de Casablanca et du Sahel de Mazagan (Aïn Haliliga), à faune du type de Palikao et du lac Karar et des grands lacs de l'intérieur (Saïs, Tadla, Haouz, Azar'ar' de Tiznit, etc.); 2° *un climat très sec*, cor-

([1]) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 845.

respondant à la croûte (avec un outillage du type *acheuléen*, découvert par M. Anthoine à Beaulieu près de Casablanca); 3° *un climat chaud et plus humide*, caractérisé par une faune soudanaise où abondent les Antilopes, les Phacochères et le Rhinocéros (gisements de Kébibat, de Témara, de Meknès, du cap Cantin) avec des formations toujours rouges, représentant probablement le Moustiérien; 4° *un climat beaucoup plus froid et très humide* qui a vu le creusement des principales rivières marocaines et correspond aux limons, support des « tirs » noirs et aux argiles grises des lettres interdunaires. L'éléphant d'Afrique, qui n'a pas encore fait son apparition au Maroc dans les formations antérieures, y est extrêmement abondant. C'est à cette quatrième période que j'attribuerai le grand cailloutis de reg qui surmonte les limons et qui seul contient des éléments du Massif Central de l'Atlas.

Nous aurions donc, dans la stratigraphie du Quaternaire marocain, deux périodes pluviales séparées par une période sèche et chaude.

Après un asséchement du climat, correspondant peut-être au début du Néolithique, une dernière récurrence pluviale se serait produite à l'époque énéolithique, à laquelle il faut sans doute rapporter les innombrables gisements de surface de silex taillés qui existent partout au Maroc.

Il serait intéressant de voir si l'étude morphologique des massifs montagneux marocains permet d'imaginer une évolution parallèle du réseau hydrographique.

GÉOLOGIE. — *Présentation d'une échelle stratigraphique pour les terrains paléozoïques de l'Afrique occidentale.* Note de M. **Raymond Furon**, présentée par M. L. Cayeux.

Ayant achevé l'étude des matériaux que j'ai récoltés pendant trois ans (1927-1930) en Afrique occidentale et équatoriale, je puis me permettre de présenter une échelle stratigraphique de l'ensemble des terrains primaires, groupés antérieurement sous le nom de Grès horizontaux.

A. Précambrien plissé. — Je groupe sous ce vocable l'ensemble des roches éruptives plus ou moins écrasées, des gneiss, schistes, cipolins et quartzites affectés par les plissements huroniens. MM. H. Hubert, Aubert de la Rüe et Pérébaskine y ont observé des niveaux de conglomérats, indiquant l'existence de plusieurs cycles sédimentaires.

B. Épisode continental. — Après le plissement de l'ensemble des séries

précambriennes, se place un épisode continental. Il est marqué par le dépôt de conglomérats que j'ai découverts en 1929 dans le Kaarta (Soudan) et qui ont été retrouvés par M. Baud dans la région de Kayes. Ce conglomérat existe partout en Afrique et j'ai signalé récemment l'identité pétrographique d'échantillons recueillis au Soudan et au Gabon.

La situation stratigraphique du conglomérat a été difficile à définir parce qu'il se trouve parfois en concordance apparente avec des quartzites que l'on confond aisément avec des quartzites de la série horizontale. Ce phénomène a été observé en Afrique équatoriale et très heureusement expliqué par M. A. Amstutz. Certains conglomérats auraient commencé à se former dès le début des plissements, d'autres se seraient déposés à la fin alors que l'érosion avait déjà nivelé certains reliefs. Les conglomérats peuvent donc se trouver indifféremment en concordance ou en discordance sur les terrains sous-jacents, mais ceux-ci appartiennent *toujours* au Précambrien *plissé*.

C. Le Primaire horizontal. — L'ensemble des formations primaires, groupé jusqu'à présent sous le nom de « Grès horizontaux », peut être subdivisé en Cambrien, Ordovicien, Gothlandien, Dévonien et Carbonifère.

a. Cambrien-Série schisto-calcaire. — J'ai découvert et défini au Soudan une série schisto-calcaire composée de dolomies, schistes, phtanites, pélites et jaspes, série marine venant immédiatement au-dessus du conglomérat continental. Ce niveau dolomitique, connu depuis le plateau de Bandiagara (Serpokryloff) jusqu'au Rio de Oro, contient en Mauritanie des *Collenia* (Chudeau et H. Hubert). Je considère ces calcaires dolomitiques comme cambriens. La série schisto-calcaire se retrouve en Guinée, au Soudan et en Mauritanie à la base de toutes les grandes falaises d'érosion qui limitent les plateaux primaires.

b. Les grès ordoviciens. — En Guinée, la série schisto-calcaire est séparée des schistes gothlandiens par plusieurs centaines de mètres de grès. Ces grès appartiennent nécessairement à l'Ordovicien. Supérieurs à la série schisto-calcaire, ils correspondent aux grès inférieurs tassiliens. Ils s'étendent sur d'immenses surfaces en Guinée, au Soudan et en Mauritanie, indiquant par leur faciès une grande diminution de la profondeur des mers, un retour vers les conditions continentales.

c. Les schistes gothlandiens. — Les schistes gothlandiens, fossilifères en Guinée, marquent une transgression et un approfondissement des mers. C'est un épisode très général dans le Nord africain, marqué par un petit conglomérat à la base des Schistes à Graptolithes (Bourcart, C. Kilian,

Menchikoff, Th. Monod). Un tel niveau schisteux fossilifère n'a pas encore été trouvé au Soudan, ni en Mauritanie, mais on le retrouvera *nécessairement* dans des zones synclinales privilégiées comme celle de Khat-Taodéni.

d. Les grès dévoniens. — Les schistes à Graptolithes gothlandiens sont surmontés, en Guinée comme dans tout le Sahara, par des grès supérieurs dévoniens. Ces grès dévoniens sont fossilifères en Mauritanie (Chudeau, Dereims, Malavoy et Menchikoff); ils comportent quelques bancs schisteux et calcaires. La mer dévonienne, épicontinentale a recouvert l'Ouest africain, laissant encore des traces en Gold Coast (Kitson).

e. Les calcaires carbonifères. — La série primaire se termine avec les dépôts marins du Carbonifère inférieur, fossilifères à Taodéni, en Mauritanie (Chudeau, Furon), au Niger, à In Tedreft (Chudeau), en Gold Coast (Kitson).

Les mouvements hercyniens viennent alors interrompre la sédimentation marine, provoquant l'exondation de l'Ouest africain et la formation de quelques plis à très grand rayon de courbure. Les pendages sont si faibles en général qu'on peut considérer l'ensemble du Primaire comme horizontal.

Il est intéressant de noter l'analogie de cette échelle stratigraphique avec celle établie par C. Kilian pour l'Ahaggar. Je tiens à noter une fois de plus l'extension considérable de la série primaire (Cambrien-Carbonifère) depuis l'Afrique du Nord jusqu'au Golfe de Guinée, mais j'insiste encore beaucoup plus sur l'*extraordinaire constance des faciès qui se poursuit sur des milliers de kilomètres* depuis le Maroc jusqu'aux environs immédiats de l'Afrique équatoriale.

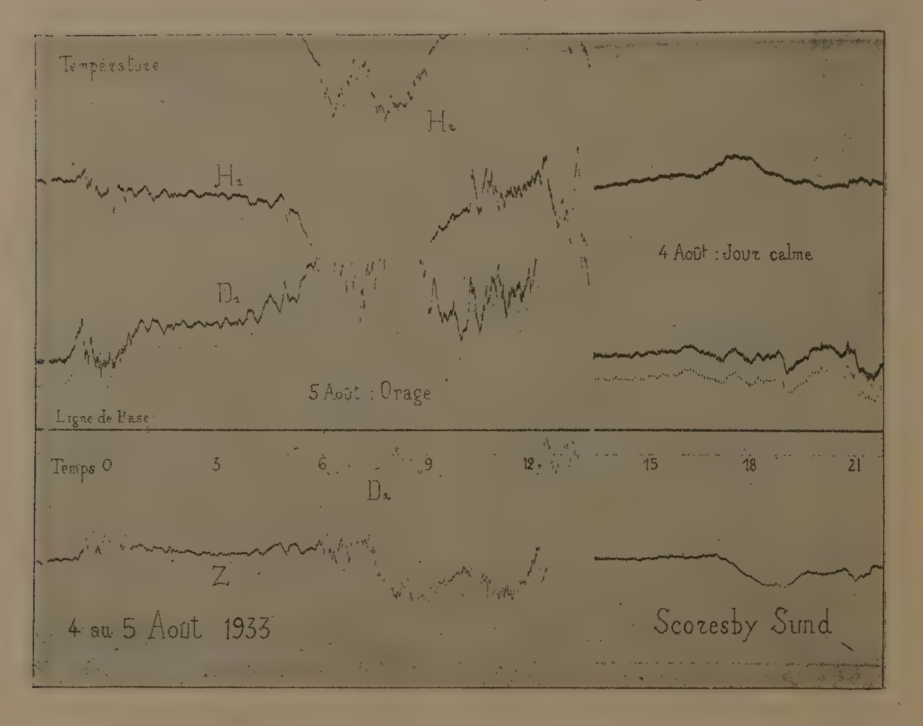
PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques au Scoresby Sund pendant l'année Polaire.* Note de M. **J. P. Rothé**, présentée par M. Ch. Maurain.

La station française de l'année Polaire 1932-1933 établie au Scoresby Sund a enregistré de façon continue les variations du champ magnétique terrestre : les courbes montrent une agitation permanente d'amplitude plus ou moins grande dont les relations avec les variations du courant tellurique et des phénomènes auroraux feront l'objet d'un travail ultérieur.

On peut dès maintenant signaler la périodicité d'environ 28 jours des journées très agitées comme des jours calmes, périodicité qui a été suivie très régulièrement toute l'année. La variation diurne du champ terrestre

est très forte les jours agités quelle que soit l'époque : elle atteint son maximum en mars, avec plus de 60 minutes pour la déclinaison. Au contraire, si l'on ne considère que les journées calmes, cette variation diurne est minimum au solstice d'hiver; elle croît ensuite régulièrement jusqu'en juillet. Sa valeur pour la déclinaison passe de 4′ en décembre à 25′ en juillet.

La figure ci-dessous donne à titre d'exemple une inscription réduite, au



tiers, obtenue à Scoresby Sund : après la journée calme du 4 août 1933, elle montre le début de l'important orage magnétique du 5. Cette perturbation qui ne correspond pas aux journées agitées périodiquement, signalées plus haut, a atteint une amplitude de plus de 4° sur la déclinaison. Inscrite également à l'Observatoire français du Val-Joyeux, son amplitude y est 4 fois moindre. Pour la composante horizontale la variation en 1 heure dépasse 500 γ. La comparaison du détail des courbes entre ces deux stations montre des différences importantes, le maximum absolu au Scoresby Sund correspondant par exemple à un minimnm de la déclinaison au Val-Joyeux.

Les magnétographes La Cour à marche rapide nous ont permis d'enregistrer le détail des perturbations et de déterminer, avec une précision de 3 à 4 secondes, l'heure de leurs débuts brusques. L'emploi d'appareils trop lents n'avait pas permis jusqu'ici cette étude. Plusieurs stations ont déjà communiqué quelques résultats. Le début de la perturbation du 30 avril 1933 est particulièrement net au Scoresby Sund. L'examen des heures d'arrivée montre que ce début n'est pas instantané sur toute la Terre, mais que la perturbation semble se propager à partir du nord magnétique vers l'Est et fait le tour du globe en une minute environ.

Des mesures de déclinaison faites au Cap Stewart, à l'endroit où l'expédition Ryder avait séjourné il y a 42 ans, nous ont donné pour la moyenne de la variation séculaire sur cette période — 11 minutes. Les autres mesures montrent que cette station du cap Stewart est placée sur une anomalie relativement importante — 3° pour D et 800 γ pour H — anomalie dont l'origine doit être recherchée dans l'existence en profondeur d'un laccolite de basalte, d'où sont sans doute issus les dykes qui jalonnent la terre de Jameson. La variation de la composante verticale étudiée au variomètre de Schmidt atteint sur quelques mètres au passage de l'un de ces dykes 150 γ. L'anomalie est négative : résultat analogue à celui que j'avais trouvé sur les pointements basaltiques, également tertiaires de la plaine d'Alsace. Au contraire, les mesures faites sur la glace du fjord, à plus de 100^{m} du fond, ont donné des résultats tout à fait comparables à ceux de la station des magnétographes établie sur le gneiss. L'anomalie due au sous-sol était donc négligeable pour la station permanente.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les affinités de l'Issiodoromys, Rongeur de l'Oligocène d'Europe.* Note [1] de Mlle **Madeleine Friant**, présentée par Ch. Jacob.

Beaucoup de paléontologistes, Ameghino et Schlosser en particulier, ont pensé que l'*Issiodoromys*, rongeur de l'Oligocène moyen d'Europe [2], dont quelques espèces, dénommées *Nesokerodon* [3] par Schlosser, sont

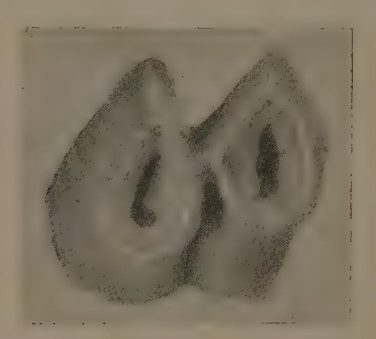
(1) Séance du 30 octobre 1933.

(2) On ne rencontre, d'après Stehlin, aucun *Issiodoromys* au delà de l'Oligocène moyen.

(3) Les espèces dénommées *Nesokerodon* par Schlosser ne se différencient que par la taille de l'*Issiodoromys pseudanaema* Croizet.

particulièrement abondantes dans les phosphorites du Quercy, devait être rattaché, en raison de la forme bilobée de ses molaires à l'état abrasé, au groupe exclusivement sud-américain des Caviidés. L'étude des molaires de l'*Issiodoromys* à l'état jeune, c'est-à-dire avant l'abrasion, montre qu'il n'existe en réalité aucune affinité entre cet animal et le *Cavia* dont on l'a si souvent rapproché.

Les molaires définitives inférieures de l'*Issiodoromys* (*Nesokerodon*)



Issiodoromys (*Nesokerodon*) *Quercyi* Schlosser (N° 1933-490 de la Collection d'Anatomie comparée du Muséum). Phosphorites du Quercy, 2e molaire inférieure gauche, à l'état non abrasé. L'avant est à droite; le côté externe, en haut. Grossissement de 20 fois environ.

Quercyi Schlosser, par exemple, que j'ai pu étudier à l'état jeune, présentent, au stade intra-alvéolaire, au niveau de la face triturante, quatre crêtes transversales se réunissant deux à deux et formant ainsi deux tubes limités par un rebord de contour ovalaire, légèrement en pointe du côté externe; ces deux formations complexes sont réunies vers leur région médiane par une crête longitudinale très courte. Cette disposition morphologique est essentiellement différente de celle que l'on observe chez les Caviidés à dents jugales bilobées (*Cavia*, *Kerodon*, *Dolichotis*), dont les molaires, à l'état vierge, présentent deux cuspides simples [1] en forme de pyramide triangulaire, l'une antérieure, l'autre postérieure. Elle se rapproche, au contraire, beaucoup de ce qui existe chez les Théridomyidés du Tertiaire européen (*Theridomys* par exemple) et permet de classer l'*Issiodoromys* parmi les Théridomyidés comme le pressentait déjà Gervais en 1859.

Ce n'est que lorsque les dents de l'*Issiodoromys* sont très profondément abrasées qu'elles peuvent arriver à ressembler à des molaires de Caviidés.

---

(1) Parfois trois; cela dépend de la molaire considérée.

Il faut noter aussi que l'*Issiodoromys* se comporte, au point de vue de l'abrasion de ses molaires, comme l'ensemble des Rongeurs, c'est-à-dire que cet abrasement se produit chez le jeune après la naissance, tandis qu'en raison d'une exception unique et remarquable, due à la longue durée de la gestation, les Caviidés commencent d'abraser leurs molaires *in utero* ainsi que je l'ai indiqué dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 980). On peut également conclure de ceci que le moment de la naissance se place chez l'*Issiodoromys* comme chez les autres Rongeurs et que l'*Issiodoromys* ne participe pas à l'exception que les Caviidés constituent à cet égard.

L'*Issiodoromys* est le plus évolué de tous les Théridomyidés, car ses dents jugales sont à croissance très prolongée, tous les autres genres du groupe ayant au contraire des molaires à racines nettes et très développées et, par suite, à croissance plus ou moins limitée, bien que toujours abrasées à l'état adulte.

Contrairement à ce que pensait Ameghino, on ne peut donc se baser sur les caractères dentaires de l'*Issiodoromys* pour le rapprocher des Caviidés et se fonder sur ce rapprochement pour admettre, à l'époque tertiaire, l'existence d'un continent sud-Atlantique réunissant l'Amérique australe à l'Ancien Monde.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude des modifications héréditaires produites dans les plantes par la chaleur.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Molliard.

Ces contributions se trouvent dans les expériences que je fais depuis longtemps déjà avec le *Lepidium sativum.* Ces expériences, commencées en 1911 en vue de vérifier certains cas discutables de recherches antérieures, ont été continuées jusqu'en 1933, avec des variations assez nombreuses provoquées par les résultats obtenus successivement et par les méthodes qu'ils ont suggérées progressivement. C'est ainsi qu'aux expériences simultanées faites d'abord en comparant les plantes développées à Rennes dans un milieu plus chaud (sous châssis) et dans un milieu plus froid (en plein air), j'ai été amené, en 1927, à ajouter des expériences faites toutes en plein air dans le Midi (Alger, Marseille) et dans le Nord (Rennes, Rothamsted); puis, en 1932, des expériences successives faites à Rennes,

en plein air, mais avec des semis faits à des dates différentes dans une même année (mai et mars). Cela fait que j'étudie actuellement trois groupes d'expériences d'inégale importance, mais orientées dans le même sens pour se contrôler réciproquement. Je puis dire déjà que le deuxième groupe vérifie, dans une certaine mesure, les résultats obtenus dans le premier; nous verrons par la suite ce que donnera le troisième qui n'est qu'à ses débuts.

Au cours de ces expériences, j'ai fait connaître les principaux résultats quand ils m'ont paru suffisamment nets.

Le premier de ces résultats a été la constatation de la précocité sous châssis quand le dispositif des cultures *était convenable;* le second a été que quand la plante a vécu pendant quelques générations (deux) sous ce dispositif convenable, ses graines, semées en plein air, donnent des plantes précoces par rapport aux plantes toujours de plein air; un troisième a été que les graines de ces plantes précoces, semées à nouveau en plein air, produisent des plantes précoces encore et cela peut se continuer ainsi pendant plusieurs générations.

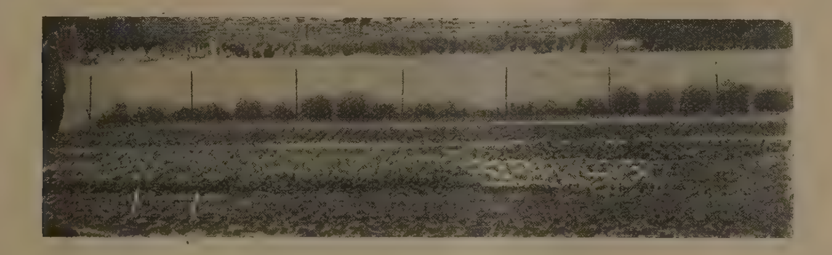
Pour donner à mes expériences une allure plus méthodique, je me suis attaché à étudier la valeur de m et de n dans la formule biologique $A_m B_n$ où A désigne le milieu ou la station chaude, B le milieu ou la station froide, m le nombre de générations passées en A et, particulièrement, le nombre nécessaire et suffisant pour que les graines donnent, en B, quelque chose du caractère de la plante en A, la précocité dans le cas qui nous occupe, et n le nombre de générations en B pendant lesquelles se conserve ce caractère à la station froide après la vie à la station chaude.

Voici quelques-uns des résultats que je crois utile de consigner en 1933.

Dans le premier groupe, la valeur de m est encore incertaine. Elle a été de 2 en 1913, avec un premier dispositif des cultures; malheureusement ce dispositif était peu maniable et dangereux pour la sûreté et la continuation de ces cultures. Je l'ai remplacé par un deuxième très maniable, mais où les conditions du premier n'étaient pas toutes réalisées, aussi ne m'a-t-il pas donné jusqu'à présent une valeur sérieuse de m. Ceci m'a amené à réaliser, en 1931, un ensemble comprenant le deuxième dispositif et un troisième présentant la facilité de manipulation du second et la condition favorable du premier, de telle sorte que je puis comparer maintenant des cultures en plein air, des cultures sous le deuxième dispositif et des cultures sous le troisième. Un contrôle par trois thermomètres enregistreurs m'a

permis de comprendre le défaut du deuxième dispositif et me fait espérer qu'avant peu j'aurai de meilleurs résultats avec le troisième.

La valeur de n atteint 12 en 1933. La précocité se conserve donc au moins jusqu'à la 12e génération (12e G) en plein air après la vie sous châssis, non seulement à Rennes, mais encore à Alger, Marseille et Rothamsted. L'hérédité de ce caractère physiologique acquis est nette et ne semble pas s'atténuer à Rennes, si l'on en juge par la photographie ci-dessous représentant une plate-bande de 20 de mes cultures de 1933 où se trouvent, en allant de la droite vers la gauche : 12e G, 11e G, 10e G, 2e G, 2e G et, au treizième et au quatorzième rang, 1re G et 1re G. Ces sept cultures sont sensiblement égales et bien plus avancées que les autres et, en particulier, que la huitième culture qui est le témoin toujours en plein air.



On arrive à la même conclusion en comparant les courbes de croissance de 1922 à 1933, des cultures faites à Rennes, toujours en plein air et en $n^{ième}$ génération en plein air après la vie sous châssis, n allant de 1 (1922) à 12 (1933).

Dans le deuxième groupe, si nous limitons notre comparaison aux deux stations Alger (A) et Rennes (Re), on voit que A_3Re annonce déjà la précocité et $m = 3$; A_4Re ; A_5Re et A_6Re la manifestent encore en l'accentuant.

De plus, en cette année 1933, la précocité se conserve plus ou moins marquée dans les cultures A_3Re_4, A_4Re_3, A_5Re_2 et n atteint la valeur 4 dans le premier cas.

ZOOLOGIE. — *Les grandes subdivisions de l'ordre des Poissons hétérosomes sont-elles justiciables d'un criterium discriminatif?* Note de M. **Paul Chabanaud**, présentée par M. M. Caullery.

A l'appui de la classification des Poissons de l'ordre des *Heterosomata*, classification dont Regan est l'auteur (1), les différences invoquées à titre de caractères discriminatifs stables, entre les *Pleuronectiformes* et les *Soleiformes*, sont : l'orientation (oblique ou longitudinale) de la fente buccale (2), la liberté du limbe préoperculaire, la composition du squelette basiptérygial de la pectorale et enfin l'absence ou, lorsqu'ils existent, le mode de répartition des globules d'huile intravitellins (3).

Aucune différence ne saurait être retenue entre l'obliquité des mâchoires des *Trinectinæ* (= *Achirinæ*), parmi les *Soleiformes*, et ce que révèle, à cet égard, l'ensemble des *Pleuronectiformes* (4).

Longtemps méconnu, le sillon préoperculaire de ces mêmes *Trinectinæ* (5) n'est que la reproduction, à peine atténuée, de ce qui fut exagérément considéré comme l'un des apanages exclusifs des *Pleuronectiformes*.

A de rares exceptions près, le complexe basiptérygial de la pectorale des *Pleuronectiformes* comporte la série des actinostes, plus ou moins parfaitement *ossifiés*, supports des rayons dermaux; mais, chez les Soléidés à pec-

(1) Regan, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8e série, 6, 1910, p. 484. Cette classification comprend deux sous-ordres : les *Psettodoidea* et les *Pleuronectoidea*; ceux-ci divisés en deux superfamilles : les *Pleuronectiformes* et les *Soleiformes*. A part la présence de rayons spiniformes (caractère d'une importance relative), aucune différence essentielle ne sépare les *Psettodoidea* des *Pleuronectiformes*, et tout ce qui est dit ici à propos de ces derniers peut s'appliquer aux *Psettodes*, genre unique des *Psettodoidea*.

(2) En dépit des apparences, la bouche de tous les Hétérosomes est « terminale », en ce sens qu'aucune partie intégrante de la tête ne dépasse le bord antérieur des mâchoires; mais, dans nombre de cas (*Rhombosoleinae*, *Soleidae*, *Cynoglossidae*), la nageoire dorsale se prolonge jusque devant la fente buccale, pouvant même contourner la région céphalique et atteindre la région pelvienne.

(3) En cas de constance de ses modalités, ce caractère, plutôt biologique que proprement morphologique, pourrait avoir une importance de premier plan, s'il n'était invérifiable sur les œufs ovariens des spécimens de collection, seul matériel pratiquement exploitable.

(4) Chabanaud, *Bull. Inst. Océan.*, Monaco, n° 523, 1928; et n° 555, 1930, figure 2.

(5) Chabanaud, *Bull. Inst. Océan.*, Monaco, n° 555, 1930, p. 3.

torales bien développées (*Solea*, *Quenselia*, *Pegusa*, etc.), la persistance du quatrième actinoste est indubitable ([1]).

Si aucune de ces caractéristiques n'est exclusive à l'un ou l'autre des deux groupes considérés, il n'en est pas de même de la position de l'œil migrateur, chez l'adulte, et surtout du mode d'insertion de la partie épicranienne de la notoptère (nageoire dorsale).

Chez les *Pleuronectiformes*, le centre de l'œil migrateur (dorsal, dans sa situation définitive) se trouve en arrière de l'aplomb du centre de l'œil fixe (ventral); toutefois, dans certains cas, cet œil migrateur tend à s'avancer et surplombe l'œil fixe, qu'il dépasse même parfois, un tant soit peu. Par contre, l'œil migrateur des *Soleiformes* est *toujours* antérieur à l'aplomb de l'œil ventral.

Quant au mode d'insertion sur le crâne de la nageoire dorsale, la règle suivante prend force de loi : chez les *Pleuronectiformes*, lorsque la notoptère s'avance au-dessus de l'œil dorsal ou dépasse cet aplomb (progression qui est à son maximum chez les *Rhombosoleinæ*), les actinophores s'insèrent sur le septum extra-orbitaire (nadiral) du rhinocrâne, c'est-à-dire sur le prolongement extra-orbitaire du frontal, voire jusque sur le pleurethmoïde.

Quelle que soit, au contraire, la position du premier rayon de la notoptère des *Soleiformes*, rayon qui, en aucun cas (les *Symphurus* exceptés), n'est postérieur à l'aplomb de l'œil dorsal, l'insertion des actinophores *ne dépasse jamais*, rostralement, la limite orbitaire du neurocrâne; que ces actinophores épicraniens demeurent indépendants les uns des autres (*Trinectinae*), ou qu'ils se fusionnent (*Soleinæ ; Cynoglossidæ*) en un érisme ([2]), parfois énorme.

Selon toute probabilité, la différenciation entre ces deux types d'insertion de la partie épicranienne de la notoptère doit être connexe aux modalités, encore trop peu connues, de la migration oculaire, laquelle contourne le devant de la tête, chez les Soléidés, transperçant, au contraire, chez les Pleuronectiformes, le conjonctif des travées rhinoptiques du chondrocrâne.

Criterium absolu, d'autre part, encore que la valeur n'en soit, en quelque sorte, que progressive, puisqu'il demeure invérifiable dans les formes, peu nombreuses, il est vrai, dont la notoptère ne s'avance pas au delà du neurocrâne.

([1]) CHABANAUD, *Bull. Soc. Zool. France*, 58, 1933, p. 157 et seq., fig. 13, 14 et 15.
([2]) CHABANAUD, *Bull. Inst. Océan.*, Monaco, n° 555, 1930, p. 4 (fig. 1).

PHYSIOLOGIE. — *Utilisation totale de la chaleur de combustion de l'alcool éthylique par l'homéotherme à la neutralité thermique.* Note [1] de Mlle **Éliane Le Breton** et M. **Georges Schaeffer**, présentée par M. d'Arsonval.

Il est actuellement bien établi que l'alcool éthylique brûle dans l'organisme dès sa résorption en se substituant aux aliments — glucides, protides, lipides — présentement consommés, qu'il épargne d'autant. La question de savoir si l'énergie libérée par sa combustion est utilisable pour les travaux cellulaires en général, et le travail musculaire en particulier, reste par contre très discutée [2]. Le problème serait résolu si l'opinion récemment émise par Bonnet et Terroine [3] se trouvait vérifiée; pour ces auteurs l'alcool est une substance « thermogène » dont l'oxydation ne libère dans l'organisme aucune énergie utilisable pour les travaux cellulaires, mais exclusivement de la chaleur. En se plaçant à la neutralité thermique dans les conditions du métabolisme de base, ils recueillent chez les homéothermes, en sus de la production basale, la totalité de l'énergie potentielle de l'alcool oxydé, sous forme d'une extra-chaleur analogue à celle que donne l'ingestion des protides (action dynamique spécifique).

Étudiant l'oxydation de l'alcool éthylique dans divers états physiologiques, nous avons été conduits à faire des mesures d'échanges chez les mammifères et les oiseaux après ingestion d'éthanol. A la neutralité thermique et dans les conditions du métabolisme de base, qu'il s'agisse du lapin, du cobaye, du rat, de la souris ou du pigeon, nous avons obtenu des résultats remarquablement constants dont on trouvera ci-après quelques-uns pris comme exemples. L'ensemble de nos données expérimentales paraîtra ailleurs.

[Mesure des échanges gazeux par la méthode pondérale de Haldane sur des animaux dont le métabolisme normal est parfaitement connu ; inscription des mouvements, etc. Les quantités d'alcool (à 20 pour 100) données correspondent toujours à une dose de 2^g par kilogramme, ingérée chez le lapin et le pigeon, injectée sous la peau chez le rat ou le cobaye. Après l'administration d'alcool, il a été fait une, deux ou trois mesures successives des échanges. Neutralité thermique : 21° pour le lapin; 28° pour le rat et le cobaye; 30° pour le pigeon.]

---

(1) Séance du 30 octobre 1933.

(2) Thorne M. Carpenter, *Journal of nutrition*, 6, 1933, p. 205.

(3) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 11, 1929, p. 1223.

Espèce. Poids de l'animal en grammes.	Durée du jeûne en heures.	Mesures des échanges normaux immédiatement avant administration de l'alcool. Durée en heures.	Q. R.	Calories par kg-heure.	Quantité d'alcool en grammes et calories correspondantes.	Quantités de glucose ingérées.	Mesures des échanges immédiatement après administration d'alcool. Durée en heures.	Q. R.	Calories par kg-heure.	Variations pour 100 du Métabolisme basal.
Lapin 11 2894	62	3	0,75	1,86	5,8 = 42,18	0	1) 8	0,71	1,895	+ 1,8
							2) 4	0,72	1,98	6
							3) 4	0,73	1,90	± 2
Lapin 7 3046	62	3	0,77	1,99	6,1 = 43,31	0	1) 4	0,72	2,04	− 2,5
							2) 4	0,73	2,11	− 6
							3) 10	0,73	2,09	− 5
Lapin 60 2560	72	3	0,72	2,17	5,1 = 36,21	0	1) 4	0,69	2,08	4,5
							2) 5	0,70	2,10	− 3,5
Id.	72	3	0,715	2,15	Id. à 15h,30	0	1) 4	0,69	2,08	− 3,5
						5g à 20h	2) 4	0,81	2,20	+ 2,5
							3) 4	0,72	2,11	− 2
Lapin 56 2560	72	3	0,729	1,94	5,5 = 35,5	0	1) 4	0,687	1,90	2
					à 15h	5g à 20h	2) 4	0,76	2,22	+ 15,0
							3) 4	0,75	2,01	− 3,5
Lapin 38 2680	48h, puis 7g peptone	2,5	0,78	2,37	5,36 = 38,05	0	4	0,74	2,35	(1)
Lapin 11 2822	Id.	2,5	0,74	2,59	5,6 = 39,76	0	3	0,70	2,73	(1)
Pigeon A 289	30	3(15-18h)	0,74	5,61	0,58 = 4,11	0	4(19-23h)	0,71	5,44	(2)
	48	Id.	0,71	5,01	Id.	0g,6	Id.	0,79	4,74	(2)
Pigeon B 300	30	Id.	0,73	5,0	0,6 = 4,26	0	Id.	0,70	4,35	(2)
	48	Id.	0,725	4,78	Id.	0g,6	Id.	0,76	4,52	(2)
Cobaye 5 770	24	4	0,74	3,23	1,54 = 10,93	0	4	0,71	3,18	− 1,5
Cobaye 6 585	24	4	0,71	3,20	1,17 = 8,3	0	4	0,69	3,25	+ 1,5
Rat 28 242	18	5	0,74	5,80	0,48 = 3,4	0	5	0,70	5,75	− 1
Rat 29 238	18	5	0,715	6,15	0,48 = 3,4	0	5	0,69	6,32	+ 2,8

(1) Act. dynam. spec. inchangée. (2) Diminution normale des échanges due au rythme nycthéméral.

Il ressort de toutes nos déterminations que, chez les homéothermes, la combustion de l'alcool éthylique n'entraîne aucune augmentation des échanges, ou si faible par rapport aux calories de l'alcool ingéré que l'introduction d'un égal volume d'eau à 40°C. dans l'organisme donnerait un effet de même grandeur. Les résultats sont identiques si le sujet, au lieu de brûler des lipides comme dans le jeûne, consomme des glucides; s'il utilise des protides, la combustion simultanée d'alcool n'ajoute rien à l'extra-chaleur de leur action dynamique spécifique. Nous reviendrons sur ce dernier cas particulièrement intéressant. Ces constatations montrent que le désaccord entre nos expériences et celles de nos prédécesseurs ne peut trouver son origine dans les durées variables de jeûne des animaux.

Nos recherches démontrent que l'oxydation de l'alcool chez les homéothermes n'entraîne aucune augmentation des échanges à la neutralité thermique, *aucune production d'extra-chaleur;* son énergie potentielle est utilisée en dehors des besoins de la thermogenèse. Si la combustion de l'alcool dans l'organisme est bien, comme l'ont soutenu Bonnet et Terroine, le type des oxydations indépendantes, non susceptibles de couplage — problème qui fait l'objet des recherches de l'un de nous —, ces réactions ne peuvent être à l'origine de l'extra-chaleur fournie par les protides (action dynamique spécifique).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le soufre dans l'organisme des animaux.* Note [1] de M. **L. Silberstein**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

A l'heure actuelle, nous possédons des documents analytiques relativement nombreux sur la teneur en soufre des végétaux. Au contraire, peu d'auteurs se sont préoccupés de doser cet élément chez les animaux; les rares publications sur cette question concernent seulement quelques groupes d'animaux, mais il n'existe aucun travail sur l'ensemble du règne animal.

D'autre part, il faut considérer comme inexacts presque tous les résultats signalés, car la plupart des auteurs ont effectué leurs dosages en opérant sur les cendres, et l'on sait que, dans ces conditions, les pertes en soufre sont considérables [2].

---

[1] Séance du 30 octobre 1933.

[2] Gab. Bertrand et L. Silberstein, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **41**, 1927, p. 950; *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 886.

Dans nos recherches, nous avons utilisé la méthode précise, proposée autrefois par G. Bertrand pour le dosage du soufre dans le caoutchouc ([1]), méthode que G. Bertrand et nous-même avons déjà appliquée à la détermination du même élément dans la terre arable et chez les végétaux ([2]).

Nous avons effectué une série de 79 dosages sur des organes séparés ou sur des corps entiers appartenant à 27 espèces animales.

C'est ainsi que nous avons analysé la plupart des organes du cheval, du lapin, de la poule; le corps entier de la tortue, de la grenouille, de divers poissons, mollusques, insectes et vers. Nous avons examiné également la chair de l'oursin, la peau de l'anguille, les écailles de la carpe. Chez la tortue, les mollusques, les crustacés, nous avons analysé séparément le corps et la carapace ou la coquille. Nous avons opéré uniformément sur 1^{g} de matière sèche.

Les résultats numériques que nous donnons ci-dessous sont exprimés en grammes de soufre pour 100^{g} de matière sèche.

Chez le cheval, les poils ont accusé la teneur la plus élevée en soufre (3,63). Viennent ensuite le sabot et le cartilage (2,49 et 1,90). Enfin se sont montrés les moins riches dans l'ordre décroissant : le pancréas, le cerveau, le sang, la peau et l'os (0,64, 0,60, 0,54, 0,50 et 0,10).

Les poils et les ongles du lapin sont également les plus riches (3,52 et 3,44), tandis que dans le sang, la peau et l'os la teneur en soufre est la moins élevée (0,66, 0,62 et 0,15).

Les plumes, le bec et les ongles de la poule contiennent aussi du soufre en quantité importante (2,38, 2,04 et 1,88).

La teneur en soufre du corps de la tortue et de la grenouille, du corps des crustacés, des vers et de l'oursin est à peu près du même ordre de grandeur (0,62 à 1,09) que celle des organes principaux des mammifères et des oiseaux.

Le corps des mollusques marins s'est montré le plus riche en soufre (1,69 à 2,19) tandis que la teneur en soufre des insectes, qui d'ailleurs est assez inégale (0,23 à 0,69), est, en général, inférieure à celle des groupes précédents.

Enfin, les coquilles et les carapaces de tous les animaux, que nous avons examinés (tortue, mollusques, crustacés et oursin) sont relativement pauvres en soufre (0,04 à 0,27).

Si nous rapprochons ces résultats de ceux qui ont été publiés sur la teneur en soufre des végétaux, nous constatons que cette teneur est ici environ 3 à 5 fois plus élevée.

([1]) GAB. BERTRAND, *Caoutchouc et Gutta-Percha*, 4, 1907, p. 1201.

([2]) GAB. BERTRAND et L. SILBERSTEIN, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1388 et *loc. cit.*

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les mesures d'intensité dans un champ ultra-sonore de faible étendue.* Note de MM. **E.** et **H. Biancani** et **A. Dognon**, présentée par M. A. Desgrez.

Dans nos recherches biologiques concernant l'action des ondes ultra-sonores sur des êtres vivants de petite dimension, nous avons dès l'abord été arrêtés par les difficultés d'étude de la répartition de l'énergie dans le bain vibrant (de quelques dizaines de centimètres cubes) utilisé dans nos recherches. Les méthodes basées sur la pression de radiation, que l'on emploie généralement dans l'étude des ondes propagées en milieu quasi indéfini, sont exclues ici par suite des violents mouvements de convection au sein du liquide des réflexions multiples, de la cavitation.

Nous avons utilisé un dispositif calorimétrique constitué par un tube de verre, de quelques centimètres cubes (tube à hémolyse) soudé à une baguette de verre de 5 ou 6^{cm} de longueur. Son extrémité inférieure étant plongée dans le bain, la vibration se transmet aisément par son intermédiaire et est partiellement absorbée par le liquide contenu dans le récipient, dont la température s'élève notablement. Cette élévation de température, en dehors évidemment de la chaleur spécifique, est fonction des propriétés absorbantes du liquide vis-à-vis des ultra-sons. Dans les conditions de nos expériences (fréquence de 250 kilocycles) on avait en 10 secondes, et pour un volume liquide de 2^{cm^3}, les accroissements suivants :

Eau : 2°; alcool : 3°,5; glycérine : 10°; huile de vaseline : 10°; solution très visqueuse de gélose : 1°.

La différence des chaleurs spécifiques ne peut à elle seule rendre compte de ces variations. Les propriétés absorbantes des divers liquides étudiés sont très différentes, et, chose intéressante, le facteur important est autre que la viscosité. C'est ainsi que les solutions (ou les gels) de gélose, à toute concentration se montrent des transmetteurs excellents, d'autant qu'il n'y existe pas le phénomèue gênant de la cavitation, au moins quand la concentration est suffisante.

On peut étudier avec précision, par ce procédé, la courbe de résonance d'un quartz, et la répartition de l'énergie ultra-sonore dans les récipients d'expérience. C'est ainsi que nous avons constaté les propriétés très différentes des deux dispositifs que nous employons. Dans le premier, le

quartz est suspendu par son plan nodal dans un bain d'huile, et le récipient d'expérience entre en contact avec ce bain. Le rendement est faible et la répartition de l'énergie dans le plan horizontal (parallèle au quartz) sensiblement homogène.

Dans le second, le récipient d'expérience, ouvert aux deux bouts, est directement collé sur le quartz qui en forme le fond, et c'est l'eau de ce récipient qui constitue elle-même l'électrode. L'énergie se montre alors très nettement localisée, en un point situé dans l'axe du récipient et à 1^{cm} environ de la surface liquide. Toutes choses égales, l'énergie disponible en cet endroit est au moins cinq fois plus grande que dans le cas précédent. Ce dispositif doit évidemment être préféré pour des études portant sur des objets de petites dimensions.

A $15^{h},25$ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à $15^{h}30^{m}$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1933.)

Note de MM. *P. Carré* et *D. Libermann*, La réaction du chlorure de thionyle sur le phénol :

Page 276, ligne 1, *au lieu de* dérivé tribenzoylé, *lire* dérivé tétrabenzoylé ; ligne 2, *au lieu de*

$$(C^6H^5.CO.O.C^6H^4)^3S.OH + H^2O,$$

lire

$$(C^6H^5.CO.O.C^6H^4)^3S.O.CO.C^6H^5 + H^2O.$$

(Séance du 28 août 1933.)

Note de M. *E. O. Lovett*, Sur certaines courbes qui généralisent les coniques :

Page 545, ligne 14, *au lieu de* $\frac{r'}{r}$, *lire* $\frac{\gamma'}{\gamma}$.

Page 546, ligne 3, *au lieu de* $-(\nu-\mu)$, *lire* $=(\nu-\mu)$; ligne 6, *au lieu de* $f\beta$, *lire* βf; ligne 13, *au lieu de* $r\cot\theta$, *lire* $r\cot\theta =$; ligne 22, *au lieu de* r^{m-2f}, *lire* $r^{m-2}f$; ligne 25, *au lieu de* $\frac{c}{k}$, *lire* $\frac{C}{k}$.

Page 547, ligne 5, *au lieu de* son grand, *lire* son grand axe.